DENKSCHRIFTEN

DER

KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH - NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

FÜNFTER BAND.

WIEN.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

1853.

INHALT.

Erste Abtheilung.

Abhandlungen von Mitgliedern der Akademie.

Zweite Abtheilung.

Abhandlungen von Nicht-Mitgliedern.

Erste Abtheilung.

Abhandlungen von Mitgliedern der Akademie.

Mit 22 Tafeln.

BEITRÄGE ZUR VERGLEICHENDEN ANGIOLOGIE.

(FORTSETZUNG.)

IV.

DAS ARTERIELLE GEFÄSS-SYSTEM DER MONOTREMEN.

VON PROF. Dr. JOSEPH HYRTL,

WIRKLICHEM MITGLIEDE DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

(TAFEL I—III.)

(GELESEN IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM XVI. JÄNNER MDCCCLII.)

I. ECHIDNA SETOSA.

Das arterielle Gefäss-System der Echidna war bisher nicht untersucht. Die Angaben der *Cyclopaedia of Anatomy and Physiology* im Artikel „*Monotremata*" beschränken sich auf wenige Zeilen, deren Inhalt überdies nicht ganz richtig ist. — Glückliche Injectionen machten mir die genauere Untersuchung dieses Systemes möglich, welche ich, der Seltenheit des Thieres und der an diesem Systeme vorkommenden interessanten Abweichungen vom Gewöhnlichen wegen, mit möglichster Genauigkeit und Vollständigkeit beendigte. Die Abweichungen betreffen das Vorkommen von Wundernetzen an gewissen Arterien des Halses, des Beckens und der Extremitäten, welche auch bei dem nächsten Verwandten der Echidna, dem Schnabelthier, obwohl in geringerem Entwickelungsgrade von mir aufgefunden wurden. — Da ich weiss, wie ermüdend die Beschreibung von Gefäss-Stammbäumen für den Leser ist, so habe ich die Sache mit der grössten Kürze behandelt, jedoch ohne Wichtiges zu übergehen. — Alle arteriellen Wundernetze werden von ganz übereinstimmenden venösen Netzen begleitet, welche aber viel stärker, d. i. dickstämmiger sind, was bei Ornithorhynchus mehr als bei Echidna auffällt, indem bei ersterem das Lumen der Venenstämmchen jenes der Arterien um das 20—30fache übertrifft.

Der Aortenbogen weicht bei Echidna in so fern von jenem der übrigen Säugethiere ab, als er nicht eine einfache, halbmondförmige, über den linken Bronchus weggehende Curvatur bildet, sondern aus zwei halbmondförmigen, in entgegengesetzter Richtung zusammenstossenden Bogenstücken besteht. Er ist also S-förmig gekrümmt. Das erste (vordere) Bogenstück, aus welchem die grossen Gefässe für den Kopf und für die vorderen Extremitäten entspringen, kehrt seine convexe Seite nach vorn und links, und reicht bis dicht an den inneren Rand der ersten Rippe: liegt also weiter nach vorn, als bei irgend einem anderen Säugethier. An seinem concaven Rande geht der linke Luftröhrenast vorbei. Das zweite

(hintere) Bogenstück liegt zwischen der ersten Rippe und der Mittellinie der Wirbelsäule. Es ist nach rechts convex, und gibt nur einer relativ unansehnlichen Schlagader den Ursprung, welche die an der unteren Fläche der vorderen Brustwirbelsäule entspringenden Muskeln versorgt.

Die Äste des vorderen Aortenbogens stimmen nicht, wie Owen[1]) angibt, mit jenen des Menschen überein, indem deren vier vorkommen. Diese sind: 1. Die *Innominata*, 2. die *Carotis communis sinistra*, 3. die ungemein stark entwickelte *Cervicalis ascendens sinistra*, und 4. die *Subclavia sinistra*. — Die *Arteria innominata* zerfällt in drei Zweige: *Carotis communis*, *Cervicalis* und *Subclavia dextra*. Taf. I, *A—E*.

Die Innominata ist bei den zwei von mir untersuchten Exemplaren so kurz, dass sie für eine bis zum Zusammenfluss gesteigerte Annäherung des Ursprunges der rechten *Subclavia* und *Carotis communis* imponirt. Owen gibt ihre Länge auf drei Linien an.

1. Carotis communis. Taf. I, *C* und *C'*.

Die *Carotis communis* verlauft bis zur Seitengegend der *Cartilago thyreoidea*, wo sie sich, wie bei dem Menschen in eine stärkere *Carotis externa*, und eine etwas schwächere *interna* spaltet. Taf. I, *a, b*. Auf dem Wege dahin erzeugt sie zwei Zweige: Die *Mammaria interna* und die *Thyreoidea*.

Die *Mammaria interna*, Taf. I, *c*, stark und dick, entspringt zwei Linien über der Abgangsstelle der Carotis aus der Innominata. Ihr Verlauf ist von jenem im Menschen nicht viel verschieden. Ihre Äste sind die gewöhnlichen, zu welchen noch drei ansehnliche *Rami musculares* kommen, für die weit am Sternum nach hinten (bis zur *Cartilago xiphoidea*) reichenden Ursprünge der mächtigen Zungenbeinmuskeln. Die *Intercostales anteriores (inferiores)* für die drei vorderen Rippen sind schwach, für die drei nächstfolgenden sehr stark; der *Ramus epigastricus* und *musculo-phrenicus* stärker als die übrigen. — Es scheint als ob der *Mammaria interna* die Tendenz ein einfaches, strahliges Wundernetz zu bilden zukäme, da ihre hinteren Zweige *(Perforantes, Intercostales, Epigastrica anterior* und *Phrenica)* nicht successive abgehen, sondern an der vierten Sternalrippe in Form eines Büschels auftreten, in welches sich die Mammaria auflöst.

Die schwache *Thyreoidea*, Taf. I, *d*, entspringt $^1/_3$ Zoll unter der Theilung der *Carotis communis*. Sie theilt sich in zwei Zweige. Der eine versorgt die am Zungenbein haftenden Zurückzieher der Zunge mit mehreren Ästen, von welchen einer an der Innenfläche des Sternohyoideus bis in die Nähe der vorderen Brustapertur verlauft, um mit einem entgegenkommenden Aste der *Mammaria interna* zu anastomosiren. Der andere Zweig versieht Kehlkopf, Schilddrüse, Luft- und Speiseröhre. — Aus dem Theilungswinkel der *Carotis communis* entspringt noch eine dünne Schlagader für den Omohyoideus.

A. Carotis externa. Taf. I, *a*.

A. Die *Carotis externa* theilt sich nach einem vier Linien langen, etwas nach einwärts gerichteten Verlaufe, während welchem sie auf der rechten Seite zwei, auf der linken Seite drei feine, unverästelte und $^1/_2$ Zoll lange Zweige für einen dem Stylohyoideus analogen Muskel abgegeben hatte, in zwei Endäste, einen inneren und äusseren. Der innere End-Ast, Taf. I, *e*, ist auf der rechten Seite etwas stärker als der äussere, auf der linken Seite dagegen schwächer. Er verliert sich bloss in der Zunge und deren Retractoren, ist somit die *Arteria lingualis*. Die stärkere rechte Lingualis versorgt die Zunge und die Zurückzieher derselben; die linke, schwächere, bloss die letzteren: daher die verschiedene Stärke beider. Die Zunge wird und kann somit nur Eine Lingualis besitzen. Diese ist die Verlängerung des

[1]) *Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Monotremata*, p. 391.

inneren End-Astes der rechten Carotis, und geht über dem rechten Zungenbeinhorn zur Medianlinie der fleischigen Zungenbasis, senkt sich in letztere tief ein, und lauft in dicht an einander liegenden Spiraltouren, (welche nach vorn zu kleiner, d. h. schärfer gekrümmt werden) durch die hintere Hälfte der Zungenlänge fort, um in der vorderen Hälfte sich bloss seitlich zu schlängeln. und gegen die Spitze hin geradelinig zu endigen.

Die diesem Thiere verliehene grosse Verlängerungsmöglichkeit seiner Zunge, erklärt dieses merkwürdige Verhalten der *Arteria lingualis.* Während ihres Verlaufes durch die Zunge gibt die einfache, mediane Zungenarterie eine Folge kurzer, rechtwinkelig abtretender Zweige von sich, welche beide Zungenhälften versorgen. Der äussere End-Ast, Taf. I, *f*, vertritt die *Maxillaris externa*, *interna* und die *Ophthalmica.*

Er zieht, leicht S-förmig gebogen, zum *Meatus auditorius externus* hin, unter welchem er weggeht, und gibt nur einen unbedeutenden Zweig an den Stylohyoideus. Von der unteren Seite des *Meatus auditorius externus* geht er zur innern Seite des Unterkiefergelenkstückes, und erzeugt auf diesem Wege:

a) ein Bündel von Ästen mit einfacher Ursprungswurzel rechts, mit doppelter links. Taf. I, *g*. Die Äste des Bündels gehen vor dem äusseren Ohre bis zum Jochbogen hinauf, und versorgen theils das äussere Ohr, theils die Schädelinsertionen des allgemeinen Hautmuskels und die Kaumuskeln, theils verlieren sie sich als sehr feine Zweigchen in der Haut und dem Periost der Schläfengegend. Dieses Bündel repräsentirt sonach die *Arteria temporalis.*

b) Einen nur 1 Linie langen gemeinschaftlichen Stamm, der sich in zwei Zweige spaltet. Der eine derselben (der hintere Taf. I, *h*,) lauft an dem weiten Ausführungsgange der Unterkieferspeicheldrüse (welche durch ihre Grösse und durch ihre weit nach hinten gerückte Lage ausgezeichnet ist) nach rückwärts, und verliert sich im Parenchym der Drüse. Der andere (der Lage nach der vordere, lit. *i*) folgt demselben Ausführungsgange auf seinem Wege nach vorn, gibt gleich nach seinem Ursprunge an die hintere Abtheilung des Mylohyoideus einen starken Zweig, durch welchen sich das fragliche Gefäss auf der linken Seite so sehr erschöpft, dass es kurz darauf sein Ende findet, lit. *i'*, während das rechte (wie die *Arteria lingualis dextra*) sich in die Mittellinie des Mundhöhlenbodens als *Arteria sublingualis* lagert, bis zur Kinnspitze verlauft, und die Ernährung der Weichtheile rechts und links, mit Ausnahme der gleich zu erwähnenden *Glandula sublingualis* allein übernimmt.

c) Die Ophthalmica, Taf. I, *l*. Sie geht zwischen dem schwachen *Pterygoideus internus* und *externus* hindurch, schickt dem eben so unbedeutenden Biventer einen Zweig zu, tritt sodann in den hinteren Raum der Augenhöhle, umgreift bogenförmig die untere Peripherie des Bulbus, und versorgt mit ihren zahlreichen, kurzen, geradelinigen, unverzweigten Ästen sämmtliche Contenta der Augenhöhle. Ein feiner Zweig derselben geht durch ein an der inneren Wand der Augenhöhle befindliches Loch in die Nasenhöhle *(Arteria ethmoidalis)*; mehrere längere und noch feinere Zweige gehen aus der Augenhöhle nach vorn, oben und hinten heraus, um Haut und Weichtheile an der Oberfläche des Kopfes dürftig zu versehen.

d) Ein stattlicher Drüsenzweig für die lange, breite und flache *Glandula sublingualis*, Taf. I, *m*.

Nach Abgabe dieser Äste zieht die Arterie horizontal an dem Seitenrande des knöchernen Gaumens nach vorn, und tritt durch ein an der hinteren Gegend der Wurzel des Jochfortsatzes des Oberkiefers befindliches Loch in die Nasenhöhle, aus welcher sie als Stamm nicht wieder zum Vorschein kommt.

Während des Weges zu dem bezeichneten Loche schickt sie:

e) zwei Zweige *(ethmoidales posteriores)* in die Nasenhöhle, und

f) eine *Arteria infraorbitalis* durch den vorderen Bezirk der Augenhöhle zum Rücken der sehr verlängerten Schnauze, auf welchem die feinen Zweige dieser Arterie unregelmässige Netze bilden, welche durch zahlreiche Verbindungsgefässe, mit den Netzen innerhalb der Nase communiciren.

Die inneren Nasalnetze schicken gleichfalls durch den knöchernen Gaumens feine Zweige herab, welche ein sehr charakteristisches Bogennetz unter der Schleimhaut des harten Gaumens erzeugen. Die einzelnen Bogen entsprechen den gebogenen Reihen horniger Papillen, welche am harten Gaumen vorkommen.

B. Carotis interna. Taf. I, *b.*

Die *Carotis interna* spaltet sich $^1/_3$ Zoll über ihrem Ursprunge in die Occipitalis, Taf. I, *n*, und eigentliche *Carotis interna*, lit. *o*. Letztere ist etwas schwächer als erstere.

Die Occipitalis geht unter der Insertion des *Trachelo-mastoideus* zur hinteren Ohrgegend, gibt an die, an der unteren Wirbelsäulenfläche entspringenden, mächtigen Kopfmuskeln (Beuger) zwei *Arterias cervicales inferiores*, an die am Hinterhaupte angreifenden Strecker des Kopfes eine ansehnliche zurücklaufende *Cervicalis superior*, und zur Hinterhauptschuppe einen schwächeren *Ramus occipitalis*, welcher durch ein feines Canälchen zwischen Hinterhaupt- und Schläfenbein eine unbedeutende *Arteria meningea lateralis posterior* zur harten Hirnhaut schickt.

Ihr Hauptstamm betritt nun die Diploë der Schläfenschuppe durch ein auffallend weites Loch, Taf. I, *p*, welches über dem äusseren Gehörgang liegt, und in einen Canal führt, der anfangs in der Diploë der Schläfenschuppe, dann an der Verbindungsstelle des Seitenwandbeins und grossen Keilbeinflügels, und zuletzt in der Diploë des Stirnbeins verlauft, um endlich am Seitenrande der Siebplatte des Siebbeins in die Schädelhöhle einzumünden. Die Richtung dieses Canals ist nicht geradelinig, sondern bogenförmig gekrümmt mit oberer Convexität. Er ist nicht allenthalben vollkommen geschlossen, sondern durchbricht stellenweise die innere Tafel der Schädelknochen, und bietet bis zu seinem Wiedereintritte in den Knochen nur die Gestalt einer tiefen Rinne dar. Letzteres ist besonders an den dünnen Stellen des Schädels der Fall. Die in diesem Canale eingeschlossene Fortsetzung der *Arteria occipitalis*, welche ich *Arteria diploëtica magna* nennen will, schickt während ihres Verlaufes einige Seitenäste ab, und zwar:

a) Die *Arteria meningea media*, welche in der Fuge zwischen Schuppe und Pyramide des Schläfenbeins zur harten Hirnhaut tritt, die Richtung nach vor- und abwärts einschlägt, dann sich bogenförmig nach aufwärts biegt, um sich an dem hinteren Abschnitte der inneren Stirnbeingegend zu verlieren. Sie ist sehr fein. Hin und wieder dringen zarte Zweige derselben in die Diploë ein, wo sie theils mit den Zweigen der *Arteria diploëtica magna* zusammenmünden, theils auch die äussere Knochentafel des Schädels durchbohren, um im *Periosteum externum* des Schädels und der Augenhöhle zu enden. Auch zu den Austrittsstellen der Äste des *Trigeminus* gehen etwas stärkere Zweige ab.

b) Rami diploëtici, aus der convexen Seite des Bogens abgehend, und in mehr weniger gerader Richtung nach aufwärts gegen die Mittellinie des Scheitels ziehend. Sehr fein und höchst sparsam verästelt.

c) Zwei *Rami ophthalmici*, welche nahe neben einander die innere Augenhöhlenwand durchbrechen, um theils mit den Beinhautästen der *Arteria ophthalmica* zu anastomosiren, theils in den Weichtheilen der Orbita (mit Ausnahme des Bulbus jedoch) zu endigen. Sie sind stärker als *b*, aber noch immer schwach genug, um sie ohne Injection zu übersehen.

d) Eine *Arteria ethmoidalis*, welche kurz vor dem Austritte des Hauptstammes aus dem Canal-Ende abgeht, und durch die Diploë des Stirnbeins in die Nasenhöhle gelangt, wo sie an der inneren Fläche der Nasenbeine nach vorne zieht, und feine Ästchen, theils durch die Näthe des Nasendaches, theils durch besondere Löcherchen nach aussen sendet, um mit den Dorsalnetzen der Schnauze in Verbindung zu treten.

Nach seinem Austritte aus dem Canal der Schädelwand geht der noch immer stattliche Stamm des Gefässes auf die *Lamina cribrosa* des Siebbeins, und bildet daselbst ein starkes, engmaschiges Netz, aus welchem zahlreiche Zweige mit den Ästen des *Nervus olfactorius* in die Nasenhöhle abgehen.

Die eigentliche *Carotis interna* legt sich an die obere Wand des *Pharynx*, kömmt jener der anderen Seite bis auf zwei Linien nahe, gibt die lange, zurücklaufende *Arteria pharyngea*, und einen *Ramus muscularis* für die starken Kopfbeuger ab, passirt das an der Fuge zwischen vorderem und hinterem Keilbein befindliche *Foramen caroticum*, bildet auf dem Wege bis zum Türkensattel eine langgezogene S-förmige Krümmung, und löst sich zuletzt (nachdem sie die *Arteria centralis nervi optici* abgegeben) in die drei bekannten Zweige auf, welche mit den Ästen der *Arteria basilaris* einen ganz gewöhnlichen *Circulus arteriosus Willisii* bilden.

2. *Arteria cervicalis ascendens.* Taf. I, *D* und *D'*.

Sie ist linkerseits ein Ast des Aortenbogens, rechterseits ein Ast der Innominata.

Ihre Stärke übertrifft jene der *Carotis communis.* Da sie ausschliesslich für die Muskeln bestimmt ist, welche die Wirbelsäule des Halses, den Kopf und die Schulter bewegen, so kann ihre überraschende Stärke bei einem grabenden Thiere nicht befremden. Beim Maulwurfe finde ich dieselbe Stärke und eine ähnliche Verästlungsweise der *Arteria cervicalis ascendens.* Sie ist jedoch bei diesem Thiere auf beiden Seiten ein Zweig der Subclavia.

Die *Cervicalis ascendens* der Echidna bildet einen grossen Bogen, indem sie von ihrem Ursprunge zuerst nach aussen gegen die erste Rippe, dann nach vorne gegen das mit dem Schlüsselbeine verwachsene *Os episternale*, dann am vorderen (unteren) Rande des Kappenmuskels nach oben und vorne zu den tief gelegenen Nackenmuskeln verlauft. — Aus dem ersten Stücke dieses Bogens entspringen zwei nach vorne und etwas nach innen ziehende Arterien, von welchen die innere den *Plexus brachialis*, die äussere, stärkere und längere den *Subscapularis*, die *Scaleni* und den *Levator scapulae* versorgt. — Aus dem zweiten Stücke des Bogens entspringen, nebst minder erheblichen Zweigen für die Scaleni, fünf stärkere, sich über die Clavicula nach aussen krümmende Zweige:

α) Der erste geht an dem vorderen Rande des Kopfnickers nach aussen und unten, Taf. I, *s*, und spaltet sich in zwei Zweige. Der eine versorgt den weit am Brustbein nach hinten reichenden Ursprung des Kopfnickers, der andere senkt sich in eine haselnussgrosse, von oben nach unten zusammengedrückte, unter dem Sternum liegende Drüse ein, welche ich, da ich ihren langen und dünnen Ausführungsgang sich mit jenem der *Glandula submaxillaris* am Boden der Mundhöhle vereinigen fand, *Glandula submaxillaris accessoria* oder *retroclavicularis* nennen will.

β) Der zweite, welchem ich den Namen *Arteria musculo-cutanea* des Oberarms geben will, Taf I, *t*, geht zwischen dem Kopfnicker und Kappenmuskel durch, gibt dem ersteren einen Zweig, biegt sich über die Clavicula zum Oberarm herab, und spaltet sich in fünf lange, geradelinige, und unverästelte Zweige, welche theils in den Deltamuskel eingehen, theils zwischen dem *Panniculus carnosus* und der sehnigen Hülle der Oberarmmuskeln zum Ellbogen herabziehen, und nach glücklich erfolgter Injection bis zur Handwurzel verfolgt werden können.

γ u. δ) Der dritte und vierte sind schwächer als die beiden vorausgehenden, und verlieren sich im *Panniculus carnosus* (γ) und im *Sternocleidomastoideus* (δ).

ε) Der fünfte ist der stärkste von allen. Er umgreift den vorderen (unteren) Rand des *Cucullaris*, und steigt auf dessen äussere Fläche bis zur Ohrgegend hinauf, während welchen Weges er sich in ein Bündel von Zweigen auflöst, welche den *Panniculus*, die Haut und das äussere Ohr mit Blut versorgen. Taf. I, *u*.

Das dritte Stück dringt zwischen den Cucullaris und die zweite Schicht der Nackenmuskeln ein, und zerfährt in ein Büschel starker Zweige, welche eine Strecke weit neben einander bleiben, dann aber divergiren und die Gesammtheit der Nackenmuskeln versorgen. Taf. I, *v*.

3. *Arteria subclavia.* Taf. I, *E* und *E'*, und Taf. II, Fig. 1.

Innerhalb des Brustkastens erzeugt die *Arteria subclavia* nur zwei Zweige. Diese sind:

a) Ein Bündel kurzer, geradeliniger, dünner und zarter Arterien, Taf. II, Fig. 1, *D*, welches nach innen lauft, und sich in der *Glandula thymus*, der Luft- und Speiseröhre, und in dem *Musculus rectus capitis anticus (inferior)* verliert.

b) Einen einfachen, 3 Linien starken, 4 Linien langen *Truncus communis* für die *Arteria vertebralis* und eine *Cervicalis profunda.* Taf. II, Fig. 1, *E.* Erstere ist doppelt so stark als letztere. Sie verlauft auf die bekannte Weise zum Gehirn, und weicht nur darin von dem menschlichen Typus ab, dass sie, nachdem sie durch den Querfortsatz des dritten Halswirbels ging, in die Rückgrathöhle einbiegt, und in dieser, nicht in den Querfortsätzen der beiden ersten Wirbel zum grossen Hinterhauptloch verlauft. Der zweite Halswirbel hat zwar noch einen Canal in seinem Querfortsatze. Allein dieser dient einem Aste der Wirbelarterie, welcher aus dem Rückgratcanal nach aussen zu den Nackenmuskeln geht, zum Durchtritte. Der erste Halswirbel hat gar keinen Canal, und ein ähnlicher Ast, wie eben am zweiten Wirbel erwähnt wurde, kommt einfach zwischen *Atlas* und *Epistropheus* hervor. Auch der Umstand verdient Erwähnung, dass die *Arteria vertebralis* während ihres Zuges durch die *Processus transversi* der hinteren fünf Halswirbel spiral gewunden ist.

Nachdem die Subclavia über die erste Rippe weggezogen und in die Achselhöhle eingetreten ist, zerfällt sie plötzlich in sechs starke Zweige, deren Verlauf folgender ist:

1. Der erste Zweig, Taf. II, Fig. 1, *a*, geht ungespalten zu den am *Os coracoideum* und *epicoracoideum* entspringenden Muskeln. Er ist der schwächste von allen.

2. Der zweite, dem ersten gegenüber abgehend, ist der stärkste. Er entspricht der *Arteria thoracica longa* des Menschen, und löst sich nach einem, fünf Linien langen Verlauf in ein dichotomisch-strahliges Wundernetz auf, welches auf der seitlichen Brustwand sich nach hinten zieht, und seine Zweige theils zu den Muskeln der Brustwand, theils zum *Panniculus carnosus* des Stammes und der vorderen Extremität versendet. Er ist in der Abbildung nicht angegeben.

3. Der dritte ist wenig schwächer als 2, lit. *b.* Er erinnert an die *Thoracica suprema* des Menschen, und löst sich in zwei Zweige auf, deren vorderer in sieben Äste gespalten, die Brustmuskeln versorgt, während der hintere, stärkere, durch dichotomische Spaltung dem Vorbilde von 2 folgt, und sich wie dieser, im Panniculus, in der Haut und auch in dem *Latissimus dorsi* verbreitet.

4. Der vierte Ast ist der *Arteria subscapularis* analog, hat aber einen grösseren Verästlungsbezirk, indem er auch einige Rückenmuskeln *(Rhomboideus)* mit Ästen betheilt. Lit. *c*.

5. Der fünfte ist fast so mächtig wie 2. Er geht über dem *Extensor antibrachii* zum Rücken hinauf, und spaltet sich in ein Büschel divergirender Zweige, welche der voluminösen Muskelgruppe des Triceps, Rhomboideus, Cucullaris, dem Panniculus und der Haut des Rückens Blut zuführen. — Auf der linken Seite fand ich diesen Zweig doppelt.

6. Der sechste Ast ist die eigentliche Fortsetzung der *Arteria subclavia* als *Arteria brachialis*, lit. *d.* Sein Verlauf weicht durchaus von allen bekannten Formen ab. Die *Arteria brachialis* hält sich nämlich an die äussere obere Seite des Oberarms, und passirt den Zwischenraum, durch welchen der Schulterblattkopf des Triceps von den Oberarmköpfen dieses Muskels getrennt wird. Sie wäre somit

richtiger als *Profunda brachii*, bei fehlender *Brachialis* zu deuten. — Während des Durchganges durch diesen Zwischenraum und kurz nach demselben schickt sie drei Zweige ab, deren einer sich theils zum grossen Brustmuskel herabkrümmt, theils mit den beiden anderen sich vergesellschaftet, und mit ihnen durch Gabeltheilungen einen Gefässwedel bildet, welcher den *Panniculus carnosus* der Schulter und Nackengegend, und die Haut derselben versorgt. Lit. *e*, *e*, *e*.

Nun geht die *Arteria brachialis* zwischen den beiden Oberarmköpfen des Triceps hindurch nach einwärts in die *Plica cubiti*, lit. *f*, sendet nach aussen und innen mehrere, nahe an einander entspringende Zweige zu den benachbarten Muskelgruppen, setzt über das Köpfchen der Armspindel weg, wo sie fünf parallel ziehende Äste über die Armspindel herum zur Aussenseite des Vorderarms sendet, und hierauf ihren Gang gegen den Carpus herab als *Arteria radialis* fortsetzt.

Während ihres Laufes am Vorderarm gesellen sich ihr einige lange und feine Arterien bei, welche theils aus der gleich zu erwähnenden *Arteria ulnaris* stammen, oder von der Radialis selbst (nachdem sie über das Köpfchen des Radius hinwegging) entspringen. Diese begleitenden Äste, lit. *i*, liegen mit dem Stamme der Radialis in derselben Scheide, durchbohren diese an verschiedenen Orten, um zu den benachbarten Muskeln zu gehen, während die Radialis selbst, nachdem sie diese Satelliten verloren, auf den Rücken des Carpus ablenkt, um daselbst einen sehr ansehnlichen *Arcus dorsalis*, lit. *h*, zu bilden, und zwischen dem zweiten und dritten Finger in die Hohlhand einzugehen.

Die *Arteria ulnaris*, lit. *g*, entspringt aus der Radialis, wo letztere das Köpfchen der Armspindel kreuzt. Sie geht von der Radialis unter einem rechten Winkel ab, tritt unter den Beugern des Vorderarms in querer Richtung zu dem so mächtig entwickelten *Condylus internus humeri*, und biegt sich vor dem *Foramen condyloideum* zum Oberarm zurück, um die von ihm entspringende Masse der Beugemuskeln des Vorderarms und der Zehen zu ernähren. Aus dem convexen Rande dieses Bogens entspringt ein dünner Zweig, der durch das *Foramen condyloideum* zu den Streckmuskeln an der oberen Seite des Ellbogens geht, und ferner eine Summe von vier langen und verhältnissmässig dünnen Arterien, welche theils als Begleiterinnen zur *Arteria radialis* treten, theils sich durch gabelförmige Theilung vermehren, und ein aus 6—8 Gefässen bestehendes Bündel bilden, lit. *k*, welches gegen die Hohlhand herabsteigt. Die Elemente dieses Bündels treten während des Laufes zur Hohlhand seitwärts von einander weg, senken sich in die nachbarlichen Muskeln ein, bis am Carpus zuletzt nur eines derselben (das stärkste) übrig bleibt, welches den *Arcus palmaris superficialis* bildet, und mittelst eines tiefen Astes mit dem vom Handrücken hieher gelangten Ende der *Arteria radialis* anastomosirt.

An den Ästen der *Aorta thoracica* und *abdominalis* und ihren Verzweigungen kommen ausser dem Zusammenrücken der *Coeliaca* und *Mesenterica anterior*, keine erwähnenswerthen Abweichungen vor. Erst an der Theilungsstelle der Aorta, welche dem vorderen Rande der Darmbeine entspricht, treten auffallende und von dem Typus der übrigen Säugethiere abweichende Verhältnisse auf. — Die Aorta theilt sich nämlich in zwei Zweige, welche, insofern sie die wichtigsten Elemente der *Arteria cruralis* und *hypogastrica* enthalten, *Arteriae iliacae communes* genannt werden können. Sie erschöpft sich jedoch durch die Theilung nicht vollkommen, indem aus dem Theilungswinkel die *Arteria mesenterica posterior*[1]), hinter dieser die kurzen paarigen gemeinschaftlichen Ursprungsstämme der *Arteria pudendae communes*, und hinter diesen die *Arteria sacralis media* heraustreten.

Jede *Arteria iliaca communis* sendet schon von ihrem Ursprunge an seitliche Büschel ab, welche entweder zur Bauchwand, oder zum Schenkel, oder in die Beckenhöhle gelangen, und welche ihrer dichotomisch strahligen Verzweigung wegen, als unipolare Wundernetze anzusehen sind (obgleich die

---

[1]) Diese Schlagader fehlt somit nicht, wie es im Artikel *Monotremata* der *Cyclopaedia of Anatomy* irrthümlich angegeben ist.

Zahl ihrer Zweige nie so gross, und ihr Durchmesser nie so klein wird, wie es bei anderen Edentaten, namentlich bei Dasypus der Fall ist. — Was von der *Arteria iliaca communis*, nach Abgabe dieser Büschel noch erübrigt, geht als *Arteria cruralis* zum Schenkel.

Die Büschel der *Arteria iliaca communis*[1]) haben folgende Verbreitung:

1. Von der äusseren Peripherie der *Arteria iliaca* entspringen:

a) gleich aus der Wurzel des Mutterstammes hervorgehend, ein für die Rücken- und Bauchmuskeln (obere Partie der letzteren) bestimmtes Bündel, welches aus einem, kaum $^2/_3$ Linien langen Ursprungsstamm entsprosst, und successiv sich in acht Zweige auflöst, welche sich zuletzt baumförmig in den genannten Muskelgruppen verbreitet. Taf. II, Fig. 2, lit. *a*.

b) ein zweites, mit *a* paralleles, aus einem etwas längeren ($1^1/_2$ Lin.) Ursprungsstämmchen hervorgehendes Bündel, lit. *b*, dessen Strahlen theils für die Bauchwand bestimmt sind, theils unter dem Poupart'schen Bande zur äusseren und oberen Seite des Oberschenkels gelangen, um sich in den oberflächlichen, vom Becken zum Trochanter ziehenden Muskeln aufzulösen.

c) Das dritte Bündel ist stärker als die beiden früheren zusammen, lit. *c*. Es geht in Begleitung der Schenkelvene (welche weit nach auswärts von der Schenkelarterie entfernt liegt) aus dem Becken heraus, schickt vier, die *Arteria epigastrica externa* vertretende Zweige kleineren Calibers zur unteren Fläche der Bauchwand, und löst sich in drei hoch- und einen tiefliegenden starken Zweig auf. Die hochliegenden umgeben die *Vena cruralis*, und begleiten sie bis zum Kniegelenke herab, wo sie sich in den Streckern des Unterschenkels, im subcutanen Zellengewebe und in der Haut verlieren; (einer derselben, der innerste, dringt in den Gracilis ein). Der starke tiefliegende Zweig dringt zwischen die Adductores des Schenkels und die Strecker des Unterschenkels ein, repräsentirt die *Profunda femoris*, und verzweigt sich theils in den genannten Muskelgruppen, theils in den am grossen Trochanter haftenden Beckenmuskeln, in welchen er mit den Zweigen von *b*, anastomosirt.

d) ist ein einfacher, aber starker Ast, welcher mit *c*, in einer Entfernung von zwei Linien parallel lauft, nach dem Austritte aus dem Becken dem Iliopsoas einen Ast gibt, einen zweiten als Begleiter der *Vena cruralis* entsendet (welcher sich mit drei ähnlichen, aus *c*, vergesellschaftet), und sich zuletzt in den an der inneren Seite des Oberschenkels gelegenen Muskeln mit drei starken Zweigen verliert.

a, *b*, *c* und *d* liegen vor dem *Psoas major* und hinter dem *Psoas parvus*.

2. Von der inneren Peripherie der Iliaca entspringt vis-à-vis von *b* nur ein einziger, einfacher, kurzer und starker Zweig, der sich gleich gabelig theilt, lit. *e*. Der innere Zweig der Gabel theilt sich in zwei Äste. Der eine geht in die kleine Beckenhöhle hinab, legt sich an die Seitenwand des Mastdarms, sendet kleine Zweigchen zum Blasengrunde und Blasenhalse, und verliert sich mit zwei Zweigen in der hinteren Wand der Cloake und im Endstücke des Mastdarms. Der andere Ast des inneren Zweiges geht über das stark entwickelte *Tuberculum ilio-pectineum* zur Articulationsstelle der Beutelknochen mit den Schambeinen, sendet längs des *Ramus horizontalis ossis pubis* einen Zweig zur Symphyse der Schambeine, und steigt sodann am äusseren Rande der Beutelknochen empor zur Bauchwand *(Rectus abdominis)*, in welcher er strahlig in wenige Zweige zerfährt. — Der äussere Zweig geht auswärts vom *Tuberculum ilio-pectineum* gleichfalls zur unteren Bauchwand, und theilt sich successiv in einen Wedel von zwölf Zweigen, welcher in geringer Entfernung vom äusseren Rande des Beutelknochens hinstreicht, und in den geraden Bauchmuskeln verschwindet. — Beide Zweige von 2 enthalten somit die Elemente der *Arteria epigastrica inferior* und einen Antheil jener der *Pudenda communis*.

---

[1]) Es werden hier die Büschel der linken Iliaca beschrieben. Die auf der rechten Seite vorfindlichen Abweichungen werden am betreffenden Orte erwähnt.

3. Von der hinteren Peripherie der Iliaca entspringen, und zwar dem ersten Bündel an der äusseren Seite *a* gegenüber, zwei knapp neben einander liegende und eine Strecke weit parallel verlaufende Arterien. Beide treten in die kleine Beckenhöhle ein, und repräsentiren die Obturatoria lit. *f*, und *Sacralis lateralis* des Menschen lit. *g*. Die Obturatoria gibt noch, bevor sie in die kleine Beckenhöhle geht, einen ansehnlichen Ast ab, welcher hinter dem Stamme der Obturatoria zur Beckenhöhle zieht, wo er sich in vier Zweige gespalten an den von der seitlichen Wand des kleinen Beckens entspringenden Muskeln *(Depressor caudae)* verbreitet. Die eigentliche Obturatoria geht wie gewöhnlich aus dem Becken heraus, und verliert sich in den von dem Sitzbein entspringenden Beugern des Unterschenkels und Zuziehern des Oberschenkels. (Auf der rechten Seite entspringt auch der früher bei 2 erwähnte Mastdarm-Cloakenzweig aus der Obturatoria.)

Die *Sacralis lateralis*, lit. *g*, ist verhältnissmässig kurz und schwach, da sie nur unbedeutende Zweige an den Iliopsoas abgibt, und nur in das erste *Foramen sacrale anterius* eindringt. Da später noch eine *Sacralis lateralis* beschrieben wird, so mögen beide als *Sacralis lateralis anterior* und *posterior* unterschieden werden.

Der kurze gemeinschaftliche Ursprungsstamm der *Arteria pudenda communis* und *ischiadica* ist auf der rechten Seite $1\frac{1}{2}$ Linien, auf der linken nur 1 Linie lang. Die *Pudenda communis* begibt sich zur Seite der Harnblase, an welcher sie einen dicken Zweig bis zum Scheitel derselben hinaufschickt (wahrscheinlich die Umbilicalis), geht dann längs der Urethra nach vorne, und theilt sich an der Wurzel des männlichen Gliedes in zwei Zweige. Der stärkere dringt als *Arteria corporis cavernosi* in den Schwellkörper der Ruthe ein, der zweite verliert sich in der Cloake.

Die *Arteria ischiadica* zerfällt bald nach ihrem Entstehen, in mehrere langgestreckte und unverästelte, nicht anastomosirende Zweige, deren Ansehen lebhaft an jenes der Wundernetzbüschel der Gürtelthiere erinnert, ohne jedoch den Reichthum der letzteren zu besitzen, da die Summe der Spaltungsäste innerhalb des Beckens nur acht beträgt. Einer derselben, lit. *h*, und zwar der innerste, lauft als *Sacralis lateralis posterior*, vor den vorderen Kreuzbeinlöchern herab, und erschöpft sich durch Abgabe von Ästen, welche durch diese Löcher in den Rückgratcanal gelangen, und nachdem sie einige Zweige darin liessen, durch die hinteren Kreuzbeinlöcher zu den Ursprüngen der Rücken- und Gefässmuskeln treten. Was am Ausgange des Beckens von dieser *Sacralis lateralis posterior* noch übrig ist, verliert sich in dem *Depressor caudae*. Die übrigen sieben Stämme des Büschels der *Arteria ischiadica* gehen mit dem Hüftnerv durch das *Foramen ischiadicum* zum Gesässe und zur hinteren Oberschenkelgegend, wo sie sich durch dichotomische Theilung noch mehr vervielfältigen und einige derselben bogenförmig anastomosiren.

Die *Arteria sacralis media*, lit. *i*, erzeugt nur baumförmig ramificirte, unansehnliche Seitenäste, ohne sich wie bei den übrigen Edentaten in einen Gefässbüschel aufzulösen.

Der Verlauf und die Verästlung der *Arteria cruralis*, lit. *k*, weicht von dem Typus der übrigen Edentaten durch folgende Punkte ab:

1. Da die aus der *Iliaca communis* entsprungenen Gefässbüschel und die *Arteria obturatoria* einen ansehnlichen Theil der Schenkelmuskeln mit Blut versorgten, so bleiben für die *Arteria cruralis* nur wenig Äste abzugeben übrig. Sie erzeugt nun wirklich auch während ihres Verlaufes zum Unterschenkel nur vier bedeutendere Zweige, welche sich in der vom Scham- und Sitzbein entsprungenen Muskelgruppe verlieren. Einer derselben, der unter dem Gracilis in die Tiefe geht, anastomosirt mittelst feiner Zweige mit der *Arteria obturatoria*.

2. Der Stamm der *Arteria cruralis* geht nicht durch den Adductor hindurch, sondern umgreift ihn oberflächlich wie bei den Insectivoris und Feris, um in die Kniekehle zu gelangen.

3. Während seines Laufes am Unterschenkel bleibt der Stamm der Arterien hochliegend (an der inneren Seite der Tibia), gibt viele lange, dünne, unverästelte Zweige ab, welche längs des Schienbeins herablaufen, um sich theils auf den Fussrücken zu begeben, theils in der Nähe der Knöchel zu verlieren.

4. Im unteren Viertel des Unterschenkels theilt sich der Stamm in eine *Plantaris interna*, lit. *m*, und *externa*, lit. *l*. Erstere ist bedeutend stärker als letztere, und versorgt den Sporn und die drei inneren Zehen sammt dem *Latus internum* der vierten (stärksten) Zehe. Die äussere Seite der vierten und beide Seiten der fünften erhalten ihre Arterien aus der *Plantaris externa.*

5. Die *Tibialis antica* ist ausnehmend schwach.

II. ORNITHORHYNCHUS PARADOXUS.

Meckel's ausführliche Monographie des Schnabelthieres *(Ornithorhynci paradoxi descriptio anatomica*, Lips. 1826, Fol.) widmet der Beschreibung des arteriellen Gefäss-Systemes nur einige Zeilen der pag. 32. Er behandelt die Anatomie des Herzens sehr umständlich und nach gewohnter Weise sehr genau. Seine Angaben über die Arterien dagegen, sind, obwohl sie nur die Ursprünge der grossen Gefässe aus der Brust und Bauchaorta betreffen, meistentheils unrichtig. Von den so auffallenden und, selbst ohne Injection, durch einfache Präparation darstellbaren Wundernetzen der aus dem Ende der Bauchaorta hervorgehenden Gefäss-Stämme erwähnt er nichts. Diese Wundernetze und die an den Schlagadern der vorderen Körperhälfte vorkommenden büschelförmigen Anordnungen ihrer gerade gestreckten, astlosen Zweige sind im Ganzen weniger stark entwickelt, als bei Echidna, aber noch immer stark genug, um durch eine gewöhnliche aufmerksame Zergliederung dargestellt werden zu können. Sind die Arterien mit Massen gefüllt, so sind die strahligen Wundernetze, da sie nicht innerhalb, sondern ausserhalb der Muskeln und im subcutanen Zellgewebe liegen, fast ohne alle Präparation erkennbar. Die Venen folgen genau den Verästlungen der Arterien, und sind selbst an ihren untergeordneten Verzweigungen noch so grobstämmig, dass die venösen Gefässwedel die arteriellen ganz verdecken und einhüllen.

Das Ursprungsverhältniss der grossen Stämme aus dem Aortenbogen ist bei Ornithorhynchus wie beim Menschen: zuerst eine Anonyma, dann die *Carotis* und *Subclavia sinistra.* Die Entfernung dieser Schlagaderursprünge ist für ein so kleines Thier sehr bedeutend. Sie beträgt zwischen *Anonyma* und *Carotis sinistra* über zwei Linien, für *Subclavia* und *Carotis sinistra* etwas weniger. Die Anonyma ist sehr kurz, nur zwei Linien lang. Die *Carotis communis* gibt unmittelbar nach ihrem Ursprunge ein aus feinen und kurzen Stämmchen bestehendes Büschel zur Thymus, und steigt hierauf unverästelt bis zur *Cartilago thyreoidea* empor, wo sie eine ziemlich mächtige *Arteria thyreoidea* abgibt, welche in ein Bündel von acht Strahlen divergirt, deren obere und untere zu den an der unteren Fläche der Wirbelsäule angebrachten Muskeln gehen, während die mittleren sich in den Muskeln am Kehlkopf und Zungenbein auflösen. Feine Äste der letzteren dringen in die Kehlkopfshöhle ein, und ein langer Zweig derselben folgt der oberen Wand der Trachea bis zur vorderen Brustapertur. — Drei Linien über der Abgangsstelle der *Arteria thyreoidea* theilt sich die *Carotis communis* in die *interna et externa.*

Carotis externa.

Die *Carotis externa* schickt zuerst einen unbedeutenden Zweig zu den am Zungenbeine inserirten Muskeln, und gibt dicht über diesem die *Arteria lingualis* ab. Hierauf geht sie unter dem *Meatus auditorius externus* zum Unterkiefergelenke und löst sich hier in folgende Zweige auf:

1. Ein Bündel von feinen und geradelinigen Ästen zur Unterkiefer-Speicheldrüse und zur hinteren Wand der sehr geräumigen Backentasche.

2. Die *Arteria submentalis* für den Boden der Mundhöhle.

3. Eine starke *Arteria masseterica* und eine schwächere Pterygoidea. Von der Masseterica geht die im Verhältniss zum dicken Unterkiefer-Nerven sehr schwache *Arteria alveolaris inferior* ab.

4. Eine am dritten Ast des Trigeminus bis zu seiner Austrittsstelle emporsteigende, mittelstarke Arterie, welche den unverhältnissmässig dicken Stamm dieses Nerven mit mehreren Zweigen umstrickt, und am *Foramen ovale* sich in zwei Zweige theilt. Der eine dringt in die Schädelhöhle ein, und verhält sich als Meningea, der andere anastomosirt mit einem Zweige der *Maxillaris interna.*

Nun zerfällt sie vor dem *Meatus auditorius externus* in drei Endäste, von denen der hintere zu den Muskeln und zur Haut des Nackens ablenkt, der mittlere hinter dem *Meatus auditorius* zum Hinterhaupte und den an ihm haftenden Muskeln geht; der vordere aber, als die eigentliche Fortsetzung der *Carotis externa* an der unteren Wand des langen *Meatus auditorius cartilagineus* zur Schläfe und Stirn gelangt. Die Zweige dieser Äste sind spärlich, lang, dünn, sehr wenig verästelt, und stehen unter einander durch Bogen in Verbindung, welche fast capillare Dimensionen darbieten. Einer der zur Backentasche tretenden Zweige und der vordere Zweig der Temporalis, schicken zugleich sehr lange und feine Äste zum Oberschnabel, und die *Alveolaris inferior* gibt einen ähnlichen noch feineren Ast zum Unterschnabel. Am Oberschnabel finden sich vier solcher Zweige, deren äusserste am Rande des Schnabels verlaufen, während die beiden inneren zwischen den Nasenöffnungen durchlaufen. Am vorderen Rande des Schnabels gehen sie bogenförmig in einander über.

Carotis interna.

Die *Carotis interna* ist eigentlich ein kurzer, vier Linien langer, gemeinschaftlicher Ursprungsstamm für die eigentliche *Carotis interna* und ein zweites, stärkeres Gefäss, welches in seiner Verlaufsweise am meisten Ähnlichkeit mit der *Maxillaris interna* hat. — Die eigentliche *Carotis interna* schlägt die Richtung nach innen und oben zum hintern Rande der Nasenscheidewand ein, sendet auf diesem Wege kleine unbedeutende Zweigchen zum geraden Kopfmuskel und einen sehr feinen Ast zur hinteren Rachenwand, tritt sodann in die Choana ein, und dringt durch ein am oberen Umfange derselben befindliches, dicht an der Nasenscheidewand liegendes Loch in die Schädelhöhle.

Die *Maxillaris interna* gibt gleich nach ihrem Entstehen eine tiefliegende Nackenarterie ab, welche über das Atlanto-Occipitalgelenk zum Nacken aufsteigt, und sich in den tiefliegenden Muskeln desselben verästelt. Diese Nackenarterie gibt selbst einen Zweig zum *Nervus vagus*, welcher durch das Austrittsloch desselben in die Schädelhöhle zur harten Hirnhaut geht.

Nun betritt die *Maxillaris interna* die Öffnung, durch welche der *Communicans faciei* herauskommt. Der Nerv ist von der Arterie durch eine feste und starke fibröse Brücke getrennt. Durch dieses Loch gelangt die Arterie in die Trommelhöhle, und liegt frei und unbedeckt in derselben. Sie durchstreift den oberen Raum der Trommelhöhle, einen nach oben convexen Bogen bildend, der sich über den Stapes wegkrümmt. An der vorderen Wand der Trommelhöhle findet sie ihren Ausweg durch eine zwischen der Wand der Trommelhöhle und dem *Annulus tympani* befindliche Spalte, wendet sich zur inneren Seite des mächtigen *Ramus tertius* des fünften Paares, gibt daselbst einen Ast zur Anastomose mit dem sub 4 erwähnten Zweige der *Carotis externa* ab, und drängt sich in einen knöchernen Canal, der den Seitenrand des hinteren Abschnittes des harten Gaumens entlang, nach vorne in den Grund der Augenhöhle führt. Während sie durch diesen Canal verlauft, schickt sie nach abwärts die *Arteria palatina descendens posterior* zum harten Gaumen. In der Augenhöhle zerfällt sie in zwei Endäste. Der eine geht an der inneren Wand der Augenhöhle empor, läuft unter der Eintrittsstelle des *Ramus secundus trigemini* weg, zum *Foramen opticum* empor, versorgt die Musculatur des Augapfels, und verlässt die

Augenhöhle, um durch das weite *Foramen ethmoidale* in die Nasenhöhle zu gehen, in welcher er sich mit langen, dünnen, geradegestreckten Zweigen an der oberen Wand der Höhle und dem Siebbein-Labyrinthe verästelt. Sehr feine Zweige von ihm umgreifen den oberen Augenhöhlenrand, um mit den Stirn- und Schläfenzweigen der *Carotis externa* zu anastomosiren. Der zweite Endast folgt dem Zuge des *Nervus infraorbitalis*, gibt diesem starken Nervenstamme, den Augenmuskeln und dem Schläfemuskel feine Ästchen, und zerfällt in zwei Zweige, deren einer durch das untere *Foramen ethmoidale* in die Nasenhöhle geht, um den Boden derselben und die untere Muschel zu versorgen, während der andere mit dem *Nervus infraorbitalis* in den gleichnamigen Canal tritt, hier zuerst einen Ast zur Pulpa der die Oberkieferzähne ersetzenden Hornplatte schickt, einen zweiten als *Arteria palatina media* zum harten Gaumen herabgelangen lässt, einen dritten in die Nasenhöhle abgibt, und zuletzt in zwei ärmliche, magere Büschel sich auflöst, von welchen das eine mit dem *Nervus infraorbitalis* zum Oberschnabel geht, wo es mit den langen und dünnen, aus der Temporalis und Frontalis stammenden Schnabelzweigen anastomosirt, das andere mit dem *Nervus palatinus* zum vorderen Abschnitt des harten Gaumens zieht, wo seine Zweige theils bogenförmig mit jenen der anderen Seite, theils mit den gleichfalls nach vorne strebenden langen Ästchen der *Palatina media* und *posterior* anastomosiren. Alle diese am Schnabel verästelten Gefässe sind so fein, dass es eine Unmöglichkeit ist, sie mit gewöhnlichen Wachsmassen zu füllen, und man nur durch mikroskopische Gefäss-Injectionen zur Ansicht derselben gelangt.

Subclavia.

Die *Arteria subclavia* ist rechterseits fünf Linien, linkerseits nur zwei Linien lang. Sie gibt knapp an ihrem Ursprunge zwei feine Ästchen, das eine zum *Longus colli*, das andere zur Trachea ab. Bevor sie über die erste Rippe weggeht, erzeugt sie nur zwei, aber sehr starke Arterien: Die Cervicalis und Vertebralis.

Die Cervicalis steigt hinter dem breiten Epicoracoidalknochen zur vorderen Brustapertur empor, versorgt die an der oberen Fläche dieses Knochens entspringenden Muskeln des Oberarms mit einem, aus einem einfachen Ursprungsstämmchen erzeugten Strahlenbüschel, von welchem eine Abtheilung den Hals des Schulterblattes umgreift, und sich in den Ursprüngen des Deltamuskels und Biceps verzweigt. Im Niveau der vorderen Brustapertur folgt ein zweites, aus schwächeren Stämmchen bestehendes Bündel für die an der unteren und seitlichen Fläche der Halswirbelsäule entspringenden Muskeln, und ihm gegenüber ein drittes, noch zarteres, welches für die vom Sternum und Episternum zum Zungenbein gehenden Muskeln bestimmt ist. Hierauf setzt sich der noch immer mächtige Stamm der Cervicalis über dem Ursprunge des Cleidomastoideus zur seitlichen Halsgegend fort, schickt seitlich abtretende, einfache, zwei- oder mehrfach gespaltene, zahlreiche Nebenäste ab, und verliert sich theils im Cucullaris, Rhomboideus und Subscapularis, theils mit langen, strahlig zerfahrenden, feinen Endzweigen in der Haut des Rückens, wo sich dieselben bis zum Hinterhaupte und zur Lendengegend verfolgen lassen.

Die Vertebralis, welche der mächtigen Cervicalis an Stärke nichts nachgibt, zerfällt gleich nach ihrem Ursprunge in folgende Zweige:

1. Eine am vorderen Rande der ersten Rippe verlaufende Arterie, welche auch den an der äusseren Fläche des Thorax entspringenden Schultermuskeln Astbüschel zusendet.

2. Die *Intercostalis communis anterior*, welche an den Rippenköpfen nach hinten ziehend, die drei ersten Zwischenrippenräume durch rechtwinkelig abtretende Zweige versorgt.

3. Die *Arteria cervicalis profunda*, welche sich in der tiefen Schichte der Nackenmuskeln verzweigt, nachdem sie ein Büschel zum *Rectus* und *Longus colli*, und eine einfache *Vertebralis accessoria* in den perforirten Querfortsatz des fünften Halswirbels abgegeben.

4. Ein Büschel für den *Plexus axillaris.*

5. Eine in den Querfortsatz des siebenten Halswirbels eintretende *Vertebralis accessoria* von unerheblicher Stärke.

6. Die eigentliche Vertebralis, welche als Fortsetzung des Stammes mit der früheren in den Querfortsatz des siebenten Halswirbels eindringt, und nicht geradelinig, sondern rankenartig gewunden durch die weiten Löcher der fünf hinteren Halswirbel passirt, zwischen den zweiten und dritten Halswirbel aber in den Rückgratcanal eindringt, und an der Seitengegend der *Medulla spinalis* anliegend durch den Ring des zweiten und ersten Halswirbels passirt. Im zweiten Halswirbel gibt sie einen Ast ab, welcher in einen, den Körper dieses Wirbels schief nach der anderen Seite durchbohrenden Canal gelangt, und sich in den unteren Muskeln des Kopfes verliert. Die den Körper des zweiten Halswirbels durchsetzenden Canäle kreuzen sich in ihm dergestalt, dass die rechte Wirbelarterie ihren Ast zum linken geraden Kopfmuskel, die linke aber zum rechten gelangen lässt.

Die beiden *Arteriae vertebrales accessoriae* (3 und 5) geben die *Ramos spinales* und *musculares* ab, und schwächen sich dadurch so sehr, dass die grössere (3) am dritten, die kleinere (5) am vierten Halswirbel aufhört, ohne mit der eigentlichen Vertebralis zu anastomosiren. — Beide Vertebrales verschmelzen in der Schädelhöhle zur Basilaris, welche sich wie gewöhnlich in zwei *profundae* theilt, deren jede mit der *Carotis interna* anastomosirt, oder sie vielmehr in sich aufnimmt. Jenseits dieser Anastomose verbreiten sich die *profundae* an der Basalfläche des grossen Gehirnes, hängen mittelst doppelter Anastomosen unter einander zusammen, und schicken mit dem *Nervus opticus* einen feinen Ast in die Augenhöhle, welcher nur den Bulbus, nicht aber die Umgebungen desselben mit Blut versorgt.

Axillaris. Taf. III.

Nachdem die *Arteria subclavia* über die erste Rippe weg den Thorax verliess, erzeugt sie nur einen einzigen Nebenast, der sich durch seine Stärke und seinen Verästlungsrayon an der Schulter und dem Oberarme als *Truncus communis* für die *Arteriae scapulares* und die *Profunda brachii* darstellt. Er zerfällt alsbald in drei Zweige. Der hintere geht zwischen dem *Latissimus dorsi* und *Teres*, welchen er Zweige abgibt, gegen den Rücken hin, wo er sich in zahlreiche Äste auflöst, von welchen zwei zum *Triceps brachii*, die übrigen zu den die Seitenwand des Thorax einnehmenden Rückenmuskeln und zur Haut des Rückens gelangen. Beide bieten die charakteristischen gabelförmigen Theilungen ihrer Nebenäste, und den langgestreckten, wenig verästelten Verlauf nur die letzteren dar. — Der mittlere Zweig dringt durch die Spalte zwischen *Teres major* und *minor*, ist der Grösse nach der schwächste von den dreien, und verliert sich, gabelförmig gespalten, bloss in den beiden genannten sehr kräftigen Muskeln. — Der dritte Zweig geht zwischen dem langen und kurzen Kopf des *Triceps brachii* durch, versorgt die vom Schulterblatte kommenden Muskeln, das Oberarmgelenk, mit stark divergirenden Astbüscheln, und sendet zwischen dem Triceps und dem Deltamuskel einen langen, mächtigen Zweig zur Haut des Rückens, wo er sich strahlig ausbreitet. Die Fortsetzung dieses Zweiges geht am Oberarm über dem Biceps zum Ellbogengelenk, und verliert sich, nach vorläufiger Abgabe unbedeutender Muskelzweige, im *Extensor carpi radialis.* Bevor diese Arterie in den letztgenannten Muskel eintritt, erzeugt sie zwei sehr feine *Ramos subcutaneos*, welche unverästelt bis zum Handrücken herab gelangen.

Die *Arteria axillaris*, geht nun ohne einen Ast zu erzeugen bis zum hinteren Rande des *Latissimus dorsi*, wo sie in zwei ungleich starke Zweige zerfällt. Der erste stärkere entspricht der *Thoracica longa*, der zweite der Brachialis. Die *Thoracica longa*, Taf. III, *A*, entsendet zuerst einen Zweig für die am *Os coracoideum* haftenden Muskeln. Hierauf lässt sie einen ihrer stärksten Nebenäste, lit. *C*, durch den ersten Zwischenrippenraum in den Thorax gehen, wo er an dem Seitenrande des Sternum als

Mammaria interna verlauft, die *Intercostales inferiores* erzeugt, und als *Musculo-phrenica* und *Epigastrica anterior* endet. Die ferneren Ramificationen der *Thoracica longa* sind durch die Bildung zahlreicher, strahliger Gefässwedel ausgezeichnet, lit. *DD*, welche theils in die Zwischenräume der breiten Brust- und Bauchmuskeln eindringen, theils den *Latissimus dorsi* umgreifend zum Rücken sich aufschwingen, bis in die Lenden- und Gesässgegend ihre langen Strahlen versenden, und sich mit ihren letzten Ausläufern im *Panniculus carnosus* und im Integument auflösen.

Die Brachialis geht, ohne Äste zu erzeugen, auf kurzem Wege zum *Condylus humeri internus* hin. Bevor sie in den *Canalis condyloideus* mit dem *Nervus medianus* eintritt, schickt sie zwei Nebenäste ab. Den oberen derselben will ich *Arteria supracondyloidea* nennen, lit. *E*. Er ist stärker als die eigentliche Brachialis. Er zieht über den vom *Condylus internus* entspringenden Bauch der Beuger hinüber, und löst sich in ein Netz auf, dessen bei weitem grösserer Antheil zwischen Haut und Musculatur bis zur Volarfläche der Hand herabläuft, während der kleinere Theil den genannten Muskelbauch nach innen umgreift, in den Zwischenraum der hoch- und tiefliegenden Beuger eingeht, diese Muskeln versorgt, und zuletzt mit dem durch den *Canalis condyloideus* bereits hindurchgekommenen Stamm der Brachialis wieder zusammenmündet.

Der untere stärkere Nebenast der *Arteria brachialis* kann *Arteria retrocondyloidea* genannt werden, lit. *F*, da er hinter dem Condylus zum Olecranon herabläuft, die an ihm inserirten Muskeln mit Strahlenbüscheln betheilt, und endlich unter den Ursprungsbauch der Beugemuskeln der Hand sich verbirgt, um in der tiefen Schichte derselben sich aufzulösen. Die *Arteria brachialis* passirt nun den *Canalis condyloideus*, gibt in ihm eine Nutritia für den Oberarm ab, und gelangt in Begleitung des Mediannerven zu den verwachsenen Vorderarmknochen, wo sie an der Innenseite der Insertionsstelle des Biceps weiter zieht, den Knochen umgreifende Äste zu seinen musculösen Umgebungen schickt, mit dem Netz der *Arteria supracondyloidea* anastomosirt, selbst aber von dieser Anastomose angefangen keine Wundernetze mehr bildet, sondern einfach zur Palma herabzieht, wo sie sich als *Arcus volaris sublimis* auflöst. Von den, den Knochen umgreifenden Ästen, gelangen zwei an die Aussenseite des Vorderarmes, versorgen das Convolut der Strecker, und schicken durch die Zwischenräume derselben Strahlenbündel zur Haut, welche zum Rücken der Hand herablaufen, mit dem subcutanen Gefässwedel der *Arteria supracondyloidea* anastomosiren, und am Rücken der Hand zu einem schwachen *Arcus dorsalis* zusammenfliessen, aus welchem *Rami perforantes* in die Hohlhand eingehen, um mit dem tiefen Aste der *Arteria brachialis* den *Arcus volaris profundus* zu bilden. Die Anastomosen der aus den Hohlhand- und Rückenbogen entstehenden Zweige *(Rami digitales)* sind so zahlreich und ihre Mächtigkeit so gering, dass ihre ausführliche Beschreibung als werthlos füglich übergangen werden kann.

Die *Aorta thoracica* bietet keine bemerkenswerthen Abweichungen ihrer Asterzeugung dar. Nur die 4., 5. und 6. *Arteria intercostalis* entspringen beiderseits aus einem gemeinschaftlichen, an der inneren Seite der Azygos und Hemiazygos nach vorne verlaufenden Stamme, welcher aber mit der aus der Wirbelarterie entsprungenen *Arteria intercostalis communis anterior* nicht anastomosirt.

Aorta abdominalis.

Sie erzeugt folgende Äste:

1. Der erste Ast, welcher dem Caliber der Fortsetzung der Aorta an Stärke wenig nachgibt, und zugleich den einzigen unpaarigen Aortenast in der Unterleibshöhle darstellt, ist der *Truncus communis arteriae coeliacae et mesentericae*. Die gewöhnlich bei Säugethieren als erster Bauchaortenzweig entspringende *Arteria phrenica* fehlt als selbstständiger Aortenast, und erscheint nur als Nebenzweig der *Arteria renalis*. Die Länge des *Truncus communis* beträgt nicht ganz drei Linien.

a) Ramus coeliacus.

Er zerfällt in zwei Zweige: die *Arteria pancreatico-splenica* und *Arteria hepatica.* Die *Arteria coronaria ventriculi* fehlt als primitiver Zweig der Coeliaca.

α) *Ramus pancreatico-splenicus.* Er sendet unmittelbar nach seinem Ursprunge die *Arteria gastrica prima s. superior* ab, welche am hinteren Magenrande zur Cardia hinauf, und von da bogenförmig umgebogen an der linken Fläche des Magens nach abwärts lauft, und an der Umbeugungsstelle kleine Zweigchen zum Lendentheil des Zwerchfells schickt. Vier Linien von dieser folgt die *Gastrica secunda*, welche gleichfalls zum hinteren Magenrande geht, und von da aus beide Flächen des Magens mit feinen Zweigen betheilt. Ihr gegenüber entspringen mehrere kleine und grosse *Ramuli pancreatici* für den mittleren Theil dieser Drüse. Dann erzeugt sie die *Gastrica tertia*, der *secunda* an Schwäche und Verästlung gleich. (Sie gibt den obersten *Ramus splenicus* ab.) — Nun betritt sie den *Hilus lienis*, und theilt sich in zwei Zweige. Der erste (obere) davon erzeugt successive zehn *Ramos splenicos* für das obere Endstück der 7 Zoll langen Milz, von denen der sechste die *Arteria gastrica quarta* absendet. Der zweite (untere) schickt zum Magen eine lange doppelte *Arteria gastrica quinta*, und folgt hierauf der ganzen Länge der Milz, in deren Parenchym er vierzig theils isolirt, theils büschelförmig entspringende Zweige eintreten lässt.

β) Die Hepatica gibt zuerst einen ansehnlichen *Ramus pancreaticus* ab, dann die lange und starke *Pancreatico-duodenalis inferior* (welche mit 15 Zweigen den Zwölffingerdarm versorgt), und hierauf die etwas schwächere *Pancreatico-duodenalis superior*, welche das Pancreas nur mit einem kleinen Zweige betheilt, und am Duodenum bis zum Pylorus gelangt, wo sie sich in zwei Äste theilt, welche an der rechten und linken Magenwand durch mehrere Zweige mit den Ästen der *Arteriae gastricae* anastomosiren. In der Pforte der Leber zerfällt die Hepatica büschelförmig in elf Zweige, von welchen zwei der grossen Gallenblase angehören, die übrigen in die Substanz der Leber eindringen.

b) Ramus mesentericus.

Er erzeugt zuerst die grösste und mächtigste *Arteria pancreatica*, welche, nachdem sie den linken Flügel dieses umfangreichen Organs und das an ihm herabstreichende Colon mit zahlreichen Ästen versah, als *Arteria haemorrhoidalis* in der ganzen Länge des Mastdarms sich auflöst. (Sie vertritt somit die fehlende *Arteria mesenterica inferior).* Hierauf folgt eine etwas schwächere *Pancreatico-intestinalis* für den rechten Lappen des Pancreas und ein vier Zoll langes Stück des Ileum. Dann betritt sie das Mesenterium, und löst sich in zehn, von ihrem rechten und linken Rande abtretende Zweige auf, welche sich nach längerem oder kürzerem Verlaufe in zwei, seltener in drei Äste theilen, die ganz geradelinig gegen den concaven Rand des Darmes ziehen, die Theilung noch mehrere Male wiederholen, und zuletzt die bekannten, aber einfachen Arkaden bilden, aus welchen noch immer ansehnliche Zweige entspriessen, welche beide Seiten des Darmrohres umgreifen, und mehr weniger vollständige Ringe um dasselbe herum erzeugen. Am Colon, welches übrigens das Ileum an Weite nicht übertrifft, sind die Arkaden flacher gespannt und weniger zahlreich als an letzterem. Der erste zum Colon gehende Ast sendet einen erheblichen Zweig am freien Rande des kurzen Coecum hin.

2. Die beiden *Arteriae renales.* Sie sind stärker als es dem Volumen der Nieren nach nothwendig erscheint, indem sie zugleich die *Arteria lumbalis prima*, die *Arteriae suprarenales*, und die *Spermatica interna anterior* erzeugen. Die *Lumbalis prima* schickt kleine Zweigbüschel in den Lendentheil des Zwerchfells und zu den Rückenmuskeln, welche letztere einzeln stehende, sehr lange und dünne, unverästelte Zweige zur Rückenhaut abschicken. Sie endet als vierzehnte Intercostalis. Die *Arteriae*

suprarenales entspringen theils als ein kleines Büschel aus der Renalis, theils als ein einfacher, aber bald strahlig verästelter Zweig aus der *Lumbalis prima.* Die *Arteria spermatica interna anterior,* welche so dicht am Ursprunge der Renalis entsteht, dass sie auch für einen Ast der Bauchaorta gehalten werden könnte, versorgt bloss den Kopf des Nebenhoden.

3. Die beiden *Arteriae spermaticae internae posteriores.* Sie entspringen einen Zoll hinter den Nierenarterien, sind bedeutend stärker als die *Spermaticae anteriores*, und für das eigentliche Hodenparenchym bestimmt.

4. Die fünf *Arteriae lumbales*, von der zweiten bis sechsten. Die Ursprünge der einzelnen Paare rücken auf der oberen Seite der Aorta um so näher an einander, je höher ihre Numer steigt, so dass die Ursprünge des sechsten Paares zu einem sehr kurzen gemeinschaftlichen Stämmchen vereinigt werden. Gleichfalls nehmen sie, von vor- nach rückwärts gezählt, an Stärke zu, und die *Lumbalis sexta* ist doppelt so stark wie die *secunda*, da sie vom Rücken aus einige stärkere Äste in die Gesäss- und Schenkelmuskeln abzugeben hat. Ihre Verbreitung in den Lenden- und Rückenmuskeln ist strahlig, und die zur Rückenhaut abgehenden Zweige sind durch Länge, Dünnheit und unverästelten Verlauf ausgezeichnet. Die 2., 3. und 4. Lumbalis endigen als 15., 16. und 17. Intercostalis.

Zehn Linien unter dem Ursprunge der *Spermaticae posteriores* zerfällt die *Aorta abdominalis* in zwei paarige Gefässbüschel, und die unpaare, einfache *Arteria sacralis*, Taf. III, *D.* Das erste paarige Gefässbüschel, Taf. III, *BB*, correspondirt mit der *Arteria cruralis*, das zweite lit. *CC*, mit der *Hypogastrica;* — die *Arteria iliaca communis* fehlt somit.

Arteria cruralis.

Die Gefässbüschel, welche den Ästen der *Arteria cruralis* entsprechen, entwickeln sich aus einem sehr kurzen, nur zwei Linien langen, dicken Stamme, und sind der Reihe nach folgende:

a) Das erste Büschel, welches von einem, aus dem äusseren Rande des kurzen Hauptstammes der Cruralis entspringenden, drei Linien langen Mutterstamme erzeugt wird, entspricht vielleicht der *Arteria iliolumbalis*, lit. *a.* Es lassen sich an ihm zwei Züge unterscheiden, deren einer sich in den Rücken- und Lendenmuskeln strahlig ausbreitet, während der andere, etwas schwächere, dem hintersten Theile der unteren Bauchwand angehört, und seine letzten Ausläufer bis in den *Panniculus carnosus* und die Haut des Unterschenkels gelangen lässt. Ersterer zählt zehn dicke, letzterer nur fünf feine, theils einfache, theils dichotomisch zerfahrende Primitivzweige.

b) Das zweite Büschel repräsentirt die *Arteria profunda femoris.* Es entspringt aus mehreren, der Reihe nach vom Aussenrande der *Arteria cruralis* abgehenden, längeren oder kürzeren Stämmchen, lit. *bb.* Es geht wie das erste, unter dem Psoas, zwischen ihm und dem *Iliacus internus* nach aussen und hinten zum Oberschenkel, und lässt seine in drei Gruppen geordneten, zahlreichen Zweige, folgendermassen sich vertheilen. Die erste Gruppe besteht aus einem einfachen, dicken und langen Stamme, welchem sich ein gleichmächtiger der zweiten Gruppe anschliesst. Beide gehen schief von innen nach oben und aussen über die Rückenseite des Oberschenkels weg bis zu der Nische, in welcher die Schenkeldrüse liegt. Hier beginnt erst ihre strahlige Verästlung, indem ein Bündel ihrer Äste zu der Kapsel der Drüse, ein anderer zu den Muskeln am Oberschenkel tritt, und in allen möglichen Richtungen in dieselben eindringt, ein dritter über den breiten und stark hervorragenden Kopf des Wadenbeins sich hinüberschlägt, und zur äusseren Seite des Unterschenkels gelangt, wo er in Gestalt flacher und weitmaschiger Netze auf der äusseren Fläche der Muskeln bis zum Fussrücken herabgeht, theils mit langen und dünnen, sehr wenig verästelten Zweigen in die Muskeln mit vorherrschender Längenrichtung eindringt. Einzelne Abtheilungen dieses Zuges, welche

sich noch über und hinter dem Wadenbeinkopfe von ihm trennten, schwingen sich über die Streckmuskelsehnen des Unterschenkels zur inneren Seite des Oberschenkels, oder dringen unter ihr in die Tiefe, um mit vielen anderen, am Kniegelenke herabkommenden Zweigen Netze zu bilden, die die ganze Kniegelenksgegend ringsum einwickeln, und deren genaue Beschreibung zu einem Aufwande von Worten führen müsste, welcher mit der hier beabsichtigten Kürze der Darstellung unverträglich ist. Die zweite Gruppe liegt im Becken und in der oberen Hälfte des Oberschenkels an der ersten an, und gibt durch einen starken Ast ein wesentliches Element derselben ab. Sie wendet sich sodann über die Adductoren weg nach innen und unten, legt sich an die Saphenvene an, und beginnt an der inneren Seite des Kniegelenkes ihre strahlige Astvertheilung. Ein Theil ihrer Strahlen geht zur Haut des Ober- und Unterschenkels (innere Seite); ein Theil umgreift das obere Schienbein-Ende von innen nach aussen, um an der Bildung der Kniegelenksnetze zu participiren, und in die Muskeln an der vorderen Seite des Unterschenkels lange und gerade gestreckte Äste abzugeben. Ein dritter Theil lauft auf den an der inneren Seite der Schienbeinskante inserirten Muskeln herab, und fliesst mit einer von der hinteren Schienbeinsarterie abstammenden Suite von Ästen zu einem Netze zusammen, welches bei der Beschreibung dieser letzteren Arterie erwähnt werden soll. Die dritte Gruppe dringt mit vielen mächtigen Stämmen zwischen die Zuzieher, Strecker und Beuger des Unterschenkels ein, versorgt diese Muskelpartien, und lässt ihre längsten Zweige zu den hoch- und tiefliegenden Wadenmuskeln herabstreichen, von wo aus einzelne derselben, in der Tiefe auf dem Knochen aufliegend, über das Sprunggelenke weg zum Plattfuss herabgelangen, wo sie an der Bildung der tiefen *Retia plantaria* Antheil nehmen. — Eine vierte Gruppe, welche sich noch innerhalb des Beckens von diesem Büschel ablöst, versorgt theils mit austretenden Zweigen die massiven Ursprünge der Zuzieher, theils setzt sie sich über die *Linea innominata* in das kleine Becken hinab fort, wo ihre einzelnen Elemente theils mit den später zu erwähnenden Büscheln der *Arteria ischiadica* anastomosiren, theils den *Nervus obturatorius* umstrickend, die Beckenhöhle verlassen, um durch Zweige der *Arteria cruralis* verstärkt in den starken Fleischmassen der Zuzieher des Oberschenkels und der Beuger des Unterschenkels unterzugehen. Von dem, den *Nervus obturatorius* umhüllenden Zuge geht ein ansehnlicher Zweig zu dem *Os suprapubicum* (Beutelknochen) hinauf, und verliert sich in dem hintersten Theile der unteren Bauchwand, wo er mit den Strahlen der *Arteria epigastrica* anastomosirt.

c) Das dritte Büschel stellt die *Arteria cruralis* dar. Es ist in der Zeichnung, Taf. III, weggenommen, und nur die Fortsetzung des Stammes der *Arteria cruralis*, lit. *d*, belassen. Noch während seines Laufes im Becken treten drei Äste von ihm ab, der eine nach innen, die beiden anderen nach aussen. Der nach innen abgehende Ast krümmt sich über das *Tuberculum pubicum* zur Bauchwand hinauf, und zerfährt in fünf geradelinige, sich wiederholt gabelförmig theilende Zweige, welche der Epigastrica entsprechen. Von den beiden äusseren Ästen geht der obere mit seinen langgestreckten Zweigen theils zur musculösen Bauchwand, theils zur Haut des Oberschenkels, Unterleibes und Rückens, der untere nur zu der unteren Bauchwand, welche somit im ganzen etwa 30 lange, wenig verästelte, von hinten nach vorne strahlenförmig divergirende Arterien enthält. — Ist die Cruralis zum Oberschenkel gekommen, so sendet sie zuerst einen *Ramus pubicus* zwischen den Ursprüngen des Gracilis und der Adductoren nach innen ab, welcher mit mehreren Zweigen den ersteren durchbohrt, und in der Haut des Unterleibes endet. Hierauf folgt ein zweiter ansehnlicher Muskelast, der in demselben Muskelzwischenraume nach abwärts verläuft, und mit der *Arteria obturatoria*, nach ihrem Austritte aus dem Becken anastomosirt. In der Mitte des Oberschenkels folgt ein dritter *Ramus musculo-cutaneus*, welcher wie der Stamm der Cruralis auf der Muskelmasse an der

inneren Seite des Oberschenkels aufliegt. An der inneren Seite des Kniees angelangt, wo sie *Arteria tibialis postica* genannt werden kann, gibt die Cruralis nach aussen, lit. *ff*, und innen, lit. *e e*, Zweige ab, von welchen die ersten sich in Wedel von parallelen, unverzweigten Ästen auflösen, zu welchen sich die Äste der dritten Gruppe von *b*, und der innere Ast der *Tibialis postica* gesellen. Sie anastomosirt daselbst auch im offenen Bogen mit der *Arteria profunda femoris.*

Die einzelnen schwachen Stämmchen dieses Wedels umgreifen theils das Schienbein von innen nach aussen, um an der vorderen Seite des Unterschenkels zum Sprunggelenke subcutan herabzugleiten, und sich am Rücken des Fusses zum hochliegenden *Arcus dorsalis pedis* zu verbinden, aus welchem die *Arteriae digitales dorsales* entspringen, theils bleiben sie an der hinteren Seite des Schienbeins, und begleiten die *Arteria tibialis postica*, lit. *g*, in ihrem weiteren Verlaufe bis zu jenem accessorischen Fusswurzelknochen herab, welcher den Sporn trägt *(Os basale Meckelii)*, wo sie entweder in die *Tibialis postica* selbst oder in einen ihrer Nebenäste einmünden. Die die *Arteria tibialis postica* begleitenden Arterienstämmchen, lit. *h*, entspringen vorzugsweise aus der Anastomose der *Arteria cruralis* mit der *Profunda femoris.* — Die *Arteria tibialis postica* geht nun zwischen der Fusswurzel und dem *Os basale* in den Plattfuss, und theilt sich in die schwächere *Plantaris interna* und die stärkere *Plantaris externa.* Die *Plantaris interna* geht an den inneren Rand der Fusswurzel, anastomosirt in mehreren Bogen mit den vom Unterschenkel zum Fussrücken herabziehenden Netzen, und mündet unterhalb des *Os metatarsi quintum* wieder in die *Plantaris externa* ein. Die *Plantaris externa* geht geradelinig in der Mitte des Plattfusses nach vorne, und löst sich successiv in vier *Arterias digitales volares communes* auf, von welchen die äusserste mit einem von den tiefliegenden Muskelarterien der Wade abstammenden und in den Plattfuss sich fortsetzenden Stämmchen anastomosirt. Alle Plattfussarterien bilden unter sich und mit den von Fussrücken durch die *Interstitia interossea* in den Plattfuss eingehenden Ästen der Dorsalarterien feine und grossmaschige Netze.

Arteria hypogastrica. Taf. III, *CC.*

Das Gefässbündel, welches der *Arteria hypogastrica* analog sich verhält, entwickelt sich wie jenes der *Arteria cruralis* aus einem kurzen, nur eine Linie langen, dicken Stämmchen, aus welchem folgende Strahlungen hervorgehen:

a) Die *Arteria cystica.* Sie ist einfach, wenig verästelt, steigt an dem Seitenrande der voluminösen Harnblase bis in die Nähe ihres Scheitels empor.

b) Die *Arteria pudenda communis.* Sie ist einfach, legt sich an den Ureter an und gelangt an ihm zum Blasengrunde, gibt hier eine sehr ansehnliche *Arteria vasis deferentis* ab, welche am zurückführenden Samengefässe zum Hoden zurückläuft und daselbst jenen Theil des Nebenhodens mit Blut versorgt, welcher von der *Arteria spermatica interna anterior* keine Zweige erhielt. Die *Arteria vasis deferentis* gibt auch einen starken Ast zur Blase, welcher, nachdem er den Grund der Blase mit Zweigen ausstattete, sich an den Seitenrand der Urethra anlegt, und nach kurzem Verlaufe wieder in den Stamm der *Pudenda communis* einmündet. Ein zweiter ziemlich schwacher Ast der *Pudenda communis*, ist die *Arteria haemorrhoidalis*, welche sich an der oberen Seite des Endstückes vom Mastdarme verästelt. Die *Pudenda communis* geht nun an der Urethra bis zur Cloake herab, wo sie sich in zwei End-Äste theilt. Der stärkere davon ist die *Arteria profunda penis*, der schwächere versorgt die Wandungen der Cloake.

c) Die Hauptmacht des hypogastrischen Gefässbündels geht durch das Hüftloch zur Rückengegend des Beckens, und löst sich daselbst in eine Menge strahliger Wedel auf, welche theils die Muskeln des

Gesässes, theils jene des Oberschenkels, theils jene des Schwanzes versorgen. Die Wedel am Oberschenkel, schicken zur Schenkeldrüse und ihrer Hülle einige Zweige, welche zu der bedeutenden Grösse dieser Drüse unbeträchtlich erscheinen. Die in den Gesässmuskeln zerfahrenden Wedel schicken Ausläufer in die Rückenmuskeln hinauf, und die den Schwanzmuskeln angehörenden lassen sich mit geringer Abnahme ihrer Mächtigkeit 6 Zoll weit hinter das Becken verfolgen. Geht von diesen Wedeln ein Ast in das Muskelfleisch ein, so kann man sicher sein, dass er eine lange Strecke weit unverästelt fortgeht, und wenn er einen oder den anderen Seitenzweig abgibt, auch diese ebenso langgestreckt und unverästelt verlauft. Man findet desshalb die Muskelzwischenräume und das Muskelfleisch dieses Thieres allenthalben mit langen, feinen, astlosen mehr weniger parallelen Gefässen durchzogen, welche in ihrer Vollständigkeit zu präpariren kaum je die Aufgabe eines vernünftigen Anatomen sein kann.

Die *Arteria sacralis media*, Taf. III, *D*, ist der Grösse der zum Schwanze ziehenden ischiadischen Gefässbündel wegen, ein verhältnissmässig schwacher End-Ast der *Aorta abdominalis*. Sie liegt in ihrer ganzen Länge frei zu Tage, da die unteren Dornen der Schwanzwirbel nicht wie bei den übrigen Edentaten durchbohrt sind. Sie bildet nirgends Büschel, und ihre paarigen Seitenäste anastomosiren bloss einfach bogenförmig mit ihren Vorder- und Hintermännern.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Verästlung der Kopf- und Halsarterien.

A, Aortabogen, mit den vier, aus seinem vorderen Rande entspringenden Hauptstämmen, von welchen
B, die *Innominata*,
C, die *Carotis communis sinistra*,
D, die *Cervicalis ascendens sinistra*,
E, die *Subclavia sinistra* darstellt.
a, *Carotis externa*,
b, *Carotis interna*,
c, *Mammaria interna*,
d, *Thyreoidea*,
e, *Arteria lingualis dextra*, welche allein die ganze Zunge versieht, und sich durch ihren spiral gewundenen Verlauf auszeichnet.
f, Der die *Maxillaris externa*, *interna*, und *Ophthalmica* vertretende End-Ast der *Carotis externa*.
g, Das die *Arteria temporalis* vertretende Gefässbündel.
h, Schlagader zur Unterkiefer-Speicheldrüse.
i, Schlagader des Mundhöhlenbodens, *Arteria sublingualis*. — Die linke *(i')* versorgt bloss die hintere Hälfte des Mundhöhlenbodens, während die rechte *(i)* bei *k* durch einen quer herübergehenden Zweig auch die Ernährung der linken Seite übernimmt.
l, Ursprung der *Arteria ophthalmica*.
m, Arterie zur Unterzungendrüse.
n, *Arteria occipitalis*.
o, Eigentliche *Carotis interna*.
p, Eintritt der *Arteria occipitalis* in die Diploë der Schädelknochen als *Arteria diploëtica magna*.
q, Die Schlagader zur Austrittsstelle des *Plexus brachialis*.
r, Die Schlagader zum *Musculus subscapularis*.
s, Die zum Ursprunge des Kopfnickers und zur *Glandula submaxillaris accessoria* verlaufende Schlagader.
t, *Arteria musculo-cutanea* des Oberarms mit dem Beginn ihrer strahligen Verästlung.
u, Die Strahlenbüschel der *Cervicalis* zur Haut.
v, Das zu den Nackenmuskeln gehende Endbüschel der *Cervicalis*.

Tafel II.

Verästlung der *Arteria subclavia*. Fig. 1.

A A, Ein Stück des Aortenbogens.
B, *Carotis sinistra.*
C, *Subclavia sinistra.*
D, Ursprung des Gefässbündels zur *Thymus*, Luft- und Speiseröhre.
E, *Truncus communis* für die *Arteria vertebralis* und *Cervicalis profunda.*
a, Arterie zu den vom *Os coracoideum* und *epicoracoideum* entspringenden Muskeln.
b, Die kurze *Arteria thoracica suprema* mit der gabelförmigen Untertheilung ihrer beiden Hauptäste.
c, *Analogon* der *Arteria subscapularis.*
d, Fortsetzung der Subclavia als Brachialis.
eee, Die drei Arterien, welche das strahlige Gefässbüschel für den *Pectoralis major*, und den *Panniculus adiposus* des Nackens und der Schulter bilden.
f, *Arteria radialis.*
g, *Arteria ulnaris*, aus deren strahligen Ästen einer durch das *Foramen supracondyloideum* des Oberarms zur Streckseite des Ellbogens gelangt.
h, Der von der *Arteria radialis* gebildete *Arcus dorsalis.*
i, Strahlenbüschel der *Arteria radialis.*
k, Strahlenbüschel der *Arteria ulnaris.*

Wundernetze an der Theilungsstelle der *Aorta abdominalis*. Fig. 2.

aa, Das für die Rücken- und Bauchmuskeln bestimmte Gefässbüschel.
bb, Gefässbüschel für die Bauchwand und die Muskeln der äusseren und oberen Schenkelseite.
cc, Das die Schenkelvene begleitende Büschel.
dd, Gefässbüschel für die Muskeln an der inneren Schenkelseite.
e, Das die *Epigastrica inferior* und einen Theil der *Pudenda* vertretende Büschel.
f, *Arteria obturatoria.*
g, *Sacralis lateralis anterior.*
h, *Sacralis lateralis posterior.*
i, *Sacralis media.*
k, *Arteria cruralis.*
l, *Arteria plantaris externa.*
m, *Arteria plantaris interna.*

Tafel III.

Verästlung der *Arteria axillaris*. Fig. 1.

A, *Arteria thoracica longa.*
B, *Arteria brachialis.*
C, Die aus der *Thoracica longa* entspringende und durch den ersten Intercostalraum in die Brusthöhle eintretende *Arteria mammaria interna.*
DD, Strahlenbüschel der *Thoracica longa* in den Muskeln an der Seitenwand des Brustkorbes.
E, Die *Arteria condyloidea*, stärker als die Fortsetzung des Stammes der *Arteria brachialis*, aus welcher sie entspringt.
F, Die *Arteria retrocondyloidea.*
G, *Arcus volaris sublimis.*

Die aus der Theilungsstelle der *Aorta abdominalis* hervorgehenden Wundernetze für das Becken und die hinteren Extremitäten. Fig. 2.

AA, *Aorta abdominalis.*
BB, Gefässbüschel der *Arteria cruralis.*
CC, Gefässbüschel der *Arteria hypogastrica.*
D, Einfache *Arteria sacralis media.*
a, Gefässbüschel der *Arteria iliolumbalis.*
bbb, Das die *Arteria profunda femoris* repräsentirende Gefässbündel, von welchem ein langer Ast, lit. *c*, bis unter das Kniegelenke herabgelangt, um mit einem Ast der Tibialis zu anastomosiren.
d, *Arteria cruralis.*
ee, Die Büschel der inneren *Rami musculares* der *Arteria cruralis.*
ff, Die langen Ursprungsstämmchen für die Büschel der äusseren *Rami musculares.*
g, *Arteria tibialis postica.*
h, Die mit der *Tibialis postica* parallel laufenden, aus der Anastomose der Cruralis mit der *Profunda femoris* entsprungenen Unterschenkel-Arterien.

Fig. 1.

Fig. 2.

Lith. u. in Farb. gedr. in d. k. k. Hof-u. Staatsdruckerei

Lith. u. in Farb. gedr. in d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Lith. u. in Farb. gedr. in d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

ÜBER

DIE SCHÄDEL DER AVAREN

INSBESONDERE

ÜBER DIE SEITHER IN ÖSTERREICH AUFGEFUNDENEN.

VON L. J. FITZINGER,

WIRKLICHEM MITGLIEDE DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

(TAFEL IV—VII.)

(GELESEN IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM XXX. OCTOBER MDCCCLI.)

Schon im Jahre 1790 theilte Blumenbach in seiner „*Decas Craniorum*" [1]) die Beschreibung und Abbildung eines ganz eigenthümlich geformten, höchst merkwürdigen Schädels mit, den er mit der Benennung „Asiatischer Macrocephalus" bezeichnete und als zur caucasischen Race gehörig, betrachtete. Er hatte denselben ohne einer näheren Angabe seiner Abstammung, von Freiherrn von Asch, — der ihn tartarischen Ursprunges hielt, — aus Russland zugesendet erhalten.

Ein Schädel von ähnlicher sonderbarer Form wurde im Jahre 1820 zu Feuersbrunn nächst Grafenegg im Kreise unter dem Mannhardsberge in Nieder-Österreich, eine Meile östlich von Krems, nicht ferne von der Ausmündung des Kampflusses in die Donau, in sehr geringer Tiefe bei der Bearbeitung eines Feldes gefunden.

Herr August Graf von Breuner, Besitzer der Herrschaft Grafenegg, welcher sich mit Liebe und Eifer dem Studium der Naturwissenschaften hingab, bewahrte denselben sorgfältig in seinen Sammlungen und suchte die Kunde von diesem seltenen Funde durch Vorzeigung desselben an einheimische und fremde Naturforscher, welche ihn besuchten, möglichst zu verbreiten.

Die eigenthümliche, von allen bis dahin ihm bekannt gewordenen Cranien so höchst abweichende Form, bestimmte den Besitzer, das Urbild jenes Schädels bei einem Volke zu suchen, das heut zu Tage nicht mehr als solches in seiner ursprünglichen Reinheit besteht und einst in Österreich seinen Wohnsitz hatte. Es lag daher ganz nahe, diesen Schädel für einen Avaren-Schädel zu erklären, da bekanntlich die Avaren es waren, welche schon im Jahre 563 Pannonien und einen Theil des heutigen Österreich bis an die Marken der Enns in ihren Besitz bekamen und erst im Jahre 791, durch den in der Geschichte so denkwürdigen 52tägigen Feldzug Karl's des Grossen aus Österreich, vertrieben und bis an die Ausmündung der Raab in die Donau zurückgedrängt wurden.

---

[1]) P. 17, T. III.

Der Umstand, dass — wie geschichtlich erwiesen — sich einer der beiden Hauptwälle oder Avaren-Ringe, innerhalb welcher sich dieses Volk verschanzte, an dem Ausflusse des Kamp in die Donau gelegen war, während sich der zweite Hauptwall am entgegengesetzten Ufer der Donau, unfern der zwischen Zeiselmauer und Königstetten fallenden Abdachung des Kahlengebirges gegen das heutige Tullnerfeld befand, konnte den Grafen von Breuner in seiner Vermuthung nur bekräftigen, da der Fundort jenes Schädels gerade in die Gegend eines der beiden bekannten Hauptringe der Avaren fiel.

Dieser Schädel ist bis auf den mangelnden Unterkiefer und eine kleine Bruchstelle des Jochbogens der rechten Seite, vollständig erhalten. Gleichzeitig soll ebendaselbst auch noch ein zweiter, ebenso gestalteter, jedoch ganz zertrümmert gewesener Schädel, nebst einigen Skelettheilen gefunden worden sein. Ob und in wie ferne sich diese letztere Angabe bewährt, lässt sich dermalen nicht mehr ermitteln, da sie nur auf der Aussage eines Landmannes beruht, der der Auffinder jenes Schädels gewesen.

Der Aufschwung, welchen die Craniologie in neuerer Zeit genommen, veranlasste den Grafen von Breuner im Jahre 1843, angeregt durch den Grafen Franz von Thun und Professor Dr. Romeo Seligmann, letzterem zu gestatten, eine Form von diesem so merkwürdigen Schädel abnehmen und hiernach Gyps-Abgüsse anfertigen zu lassen, die theils vom Professor Seligmann, theils vom Grafen Franz von Thun mittelbar oder unmittelbar, unter der Bezeichnung „Avaren-Schädel," an die meisten zootomischen Anstalten von Österreich, Deutschland, Frankreich, England und Schweden gesendet wurden.

Auf diese Weise wurde jener Schädel allgemeiner bekannt und gab bald Veranlassung zu mehrseitigen Untersuchungen und Vergleichungen, bei deren Bekanntmachung sich jedoch mancherlei unrichtige Angaben über dessen Fundort sowohl, als über das Vorkommen ähnlicher Schädel überhaupt, eingeschlichen haben. Insbesondere waren es die von Pentland schon im Jahre 1827 aus den alten Gräbern der Huanca's im Alpenthale von Titicaca in Peru und Bolivia gesammelten und in die zootomischen Museen nach London und Paris gebrachten Schädel, welche durch die grosse Ähnlichkeit in ihren äusseren Umrissen zunächst Veranlassung zu einer solchen Vergleichung darboten.

Tiedemann hatte in seiner mit den beiden Treviranus herausgegebenen „Zeitschrift für Physiologie"[1]) in einem eigenen Aufsatze „Nachricht über merkwürdige Menschenschädel aus Peru," im J. 1832 die erste Beschreibung und Abbildung eines solchen Schädels geliefert und die ihm von Pentland selbst hierüber zugekommenen näheren Mittheilungen veröffentlicht.

In demselben Jahre, 1843, theilte Rathke in Müller's „Archiv für Anatomie, Physiologie u.s.w."[2]) in einer besonderen Abhandlung: „Über die Macrocephali bei Kertsch in der Krimm" die Beschreibung und Abbildung eines unvollständigen, nur aus dem grösseren Theile der Hirnschale bestehenden Exemplares eines, dem Grafenegger Schädel ganz ähnlich gebildeten Schädels mit, welches im dortigen Museum für Alterthümer bewahrt wird und das, so wie schon mehrere andere ähnliche Schädel und Bruchstücke derselben, zwischen den bis auf eine ziemliche, mehrere Werste betragende Entfernung um Kertsch herumliegenden Grabhügeln alter griechischer Colonisten, im flachen Lande gefunden wurde.

Er war es, welcher zuerst das Vorkommen dieser Schädel in Süd-Russland mit Bestimmtheit nachwies und auf die grosse Ähnlichkeit derselben mit dem von Blumenbach in seiner „*Decas Craniorum*" beschriebenen und abgebildeten Macrocephalus aus Russland aufmerksam machte, sowie nicht minder auf die auffallende Ähnlichkeit, welche diese Schädel mit jenen einiger früheren Bewohner von Peru in ihrer allgemeinen Form gewahr werden lassen.

---

[1]) Bd. V. Pag. 107, Tab. II.

[2]) Pag. 142, Tab. VIII, Fig. 1—4.

[3]) S. M. S.

Retzius, welcher schon im Herbste 1843 einen Gyps-Abguss des Grafenegger Avaren-Schädels durch Hyrtl erhalten hatte, übergab der königl. Akademie der Wissenschaften zu Stockholm in ihrer Sitzung am 20. März 1844 die Resultate seiner Untersuchungen hierüber. — Er war der Erste, welcher diesen Schädel genau beschrieb und seine ethnographischen Charaktere feststellte. Seine Arbeit hierüber ist in den „*Vetenscaps-Academiens-Handlingar*" vom J. 1844[1]) enthalten.

Ihm gebührt auch das Verdienst, zuerst nachgewiesen zu haben, dass die Schädel der Avaren von jenen der alten Peruaner, bei näherer Prüfung, weit von einander unterschieden sind; indem die ersteren zur grossen Gruppe der *Gentes brachycephalae orthognathae* oder jenen Völkern gehören, welche sich durch ein kurzes Hinterhaupt und lothrecht abfallende Alveolar-Ränder auszeichnen, während letztere der Gruppe der *Gentes dolichocephalae prognathae* oder den Volksstämmen mit verlängertem Hinterhaupte und schief nach vorwärts abfallenden Alveolar-Rändern zugerechnet werden müssen.

Diese Nachweisung, welche schon in der obigen Arbeit kurz angedeutet ist, hat Retzius in einer besonderen Abhandlung „Über die Form des Knochengerüstes des Kopfes bei den verschiedenen Völkern," welche er in der vierten Versammlung der skandinavischen Naturforscher zu Christiania im Juli 1844 vortrug und welche auch, jedoch erst um einige Jahre später, in Müller's „Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w."[2]) erschien, näher ausgeführt.

W. R. Wilde veröffentlichte gleichfalls im Jahre 1844 im „*Dublin literary Journal*" eine Abhandlung: „*A lecture of the ethnology of the Ancient Irish*," welche auch als besonderer Abdruck ausgegeben wurde. Sie enthält[3]) in einem Holzschnitte, in sehr verjüngtem Massstabe, die erste und seither einzige Abbildung des bei Grafenegg gefundenen Avaren-Schädels, nach einem dem Verfasser von Professor Seligmann zugekommenen Gyps-Abgusse. Ganz irrig wird hierin aber behauptet, dass jener Schädel in einem alten Grabe an der Grenze von Ungern gefunden wurde, und dass ähnliche Gräber und Überreste an den Ufern der Donau in beiden Theilen von Österreich angetroffen werden, von wo aus sich diese Gräber in nordwestlicher Richtung bis nach Mähren und selbst nach Böhmen erstrecken[4]). Auch Wilde erinnert an die auffallende Ähnlichkeit, welche dieser Schädel mit jenen aus den Gräbern der alten Peruaner, insbesondere aus dem Thale Titicaca darbietet.

Im folgenden Jahre, 1845, erschien in Müller's „Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w."[5]) unter der Aufschrift: „Ein Avaren-Schädel" ein Aufsatz von Tschudi, worin er bemerkt, von Rudolf Wagner in Göttingen auf die grosse Ähnlichkeit aufmerksam gemacht worden zu sein, welche zwischen der von ihm in seiner Abhandlung „Über die Ureinwohner von Peru"[6]) gegebenen Abbildung des Huanca-Schädels und dem im Göttinger Museum aufbewahrten Gyps-Abgusse des Grafenegger Avaren-Schädels besteht.

Diese so überraschende Ähnlichkeit veranlasste Tschudi, eine Vergleichung seines aus Peru mitgebrachten Huanca-Originales mit dem Originale des Grafenegger Avaren-Schädels in Wien selbst vorzunehmen.

---

[1]) Nr. 3, Pag. 38, und daraus übersetzt in Hornschuch's „Archiv skandinavischer Beiträge für Naturgeschichte" Bd. I, Pag. 149. — Ein Auszug hievon findet sich auch in Müller's „Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w." 1845, Pag. 128.

[2]) 1848, Pag. 263.

[3]) Pag. 6.

[4]) Zu dieser irrigen Angabe hat, aller Wahrscheinlichkeit nach, nur eine missverstandene mündliche Mittheilung Veranlassung gegeben, welche W. R. Wilde vom Grafen v. Breuner erhalten hatte. Dieser zu Folge soll — wie Graf v. Breuner auch mich versicherte — sich von Grafenegg aus eine doppelte, parallele Reihe künstlich aufgeworfener Erdhügel von ungefähr 12—20 Fuss Höhe, welche in geringen Distanzen von einander liegen, in nordwestlicher Richtung bis an die mährisch-böhmische Grenze hinziehen; welche Hügel als Überreste aus der Avarenzeit betrachtet werden und als Stationsplätze für Wachposten gedient haben mögen.

[5]) Pag. 277.

[6]) Müller's Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w., 1844, Pag. 98.

Aus seiner Untersuchung hatte sich ergeben, dass er nicht einen einzigen erheblichen Unterschied zwischen diesen beiden Schädeln zu ermitteln vermochte und nur den Grafenegger Avaren-Schädel etwas grösser und massiger fand, als jenen des Huanca; was er jedoch wegen der Verwischtheit der Näthe an dem Ersteren, nur einer Verschiedenheit des Alters und Geschlechtes zuschrieb. Alle Verhältnisse der einzelnen Kopfknochen zu einander, alle Eindrücke, Abplattungen und Erhabenheiten traf er bei beiden völlig gleich.

Auf diese grosse Übereinstimmung jener beiden Schädel gestützt, sprach sich Tschudi dahin aus, dass nach Allem, was er bis jetzt über den Grafenegger Avaren-Schädel gesehen und erfahren habe, er denselben als einen Peruaner-Schädel vom Stamme der Huanca's ansprechen zu müssen glaube. Er hielt es für nicht sehr schwierig, zu erklären, dass zur Zeit Karl's des Fünften, als Peru und Österreich unter derselben Herrschaft standen, jener Schädel nebst anderen peruanischen Merkwürdigkeiten nach Wien und von da nach Grafenegg gebracht und nach dem Tode des Besitzers von unkundigen Zurückgelassenen etwa hinweggeworfen wurde.

Als eine Bestätigung dieser Hypothese erschien ihm der zufällige Umstand, dass K. Freiherr von Hügel 1845 einige sehr seltene und charakteristische peruanische Alterthümer zu Wien bei einem Trödler vorfand, von denen sich ungeachtet der sorgfältigsten Nachspürungen nicht ermitteln liess, wann und auf welche Weise sie dahin gelangt sein konnten.

Tschudi war so fest von der Identität des Grafenegger Avaren-Schädels mit dem Huanca überzeugt, dass er seinen Aufsatz mit folgenden Worten schloss: „Die bis jetzt als Avaren-Schädel bekannten Crania tragen durchaus das Gepräge der tartarischen Race, und so lange nicht andere spitzige Schädel im südwestlichen (?) Europa aufgefunden werden, glaube ich den fraglichen Schädel als Peruaner bezeichnen zu müssen."

Im Jahrgange 1850 von Müller's „Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w."[1]) endlich, theilte Dr. Karl Meyer die durch Abbildungen erläuterte „Beschreibung eines bei Kertsch in der Halbinsel Krimm aufgefundenen Stirnbeins eines Macrocephalus" mit, welches kurz vorher Rathke an das anatomische Museum zu Berlin gesendet hatte.

Nach der genauen Vergleichung, welche Meyer mit diesem Knochenstücke und allen in der Berliner anatomischen Sammlung aufbewahrten Schädeln anstellte, zeigte sich die grösste Ähnlichkeit desselben, mit dem gleichmässigen Knochentheile an dem daselbst aufbewahrten Wachsabgusse des von Tschudi mitgebrachten und abgebildeten Huanca-Originales, von welchem Meyer gleichfalls eine Abbildung beifügte[2]).

Ungeachtet dieser schon öfter nachgewiesenen grossen Übereinstimmung der in Europa seither aufgefundenen Macrocephalen mit den Huanca's, konnte sich Meyer aber — wie aus dessen Abhandlung mit ziemlicher Bestimmtheit hervorzugehen scheint — nicht der von Tschudi, offenbar nur durch ein gänzliches Übersehen der von Rathke in der Krimm gemachten Beobachtungen, aufgestellten Behauptung anschliessen; da er über die Indentität des Grafenegger Schädels mit den Schädeln von Kertsch keinen Zweifel haben konnte.

Ich bin es überzeugt, dass Tschudi — wenn er von der Arbeit Rathke's und den Untersuchungen von Retzius Kenntniss gehabt hätte — bei Äusserung seiner Meinung mindestens nicht mit solcher Bestimmtheit aufgetreten und etwas behutsamer zu Werke gegangen wäre. Die Identität der Race, von welcher der Grafenegger Schädel stammt, mit jener, deren Schädelreste uns aus der Krimm bekannt geworden sind, ist so augenfällig, dass wohl Niemand an derselben zweifeln kann.

---

[1]) P. 510, Tab. XIV, Fig. 1—2.

[2]) L. c. Tab. XV, Fig. 1.

Findet dadurch die Tschudi'sche Hypothese allein schon genügende Widerlegung, so fällt sie vollends durch nachstehende Thatsache.

Ich erhielt vor Kurzem einen fast vollständigen, noch sehr wohl erhaltenen, nur an der linken Seite des Gesichts und an der Unterseite eingebrochenen Schädel sammt dem Unterkiefer, welcher mit dem Grafenegger Avaren-Schädel in allen seinen Theilen vollkommen übereinstimmt und erst im Jahre 1846 zu Atzgersdorf im Kreise unter dem Wienerwalde in Nieder-Österreich, $1^1/_4$ Meile von Wien entfernt, bei Bearbeitung eines gegen Liesing zu gelegenen Steinbruches in den kleinen Hügeln jener Ebene, und zwar in der obersten Erdschichte gefunden wurde.

Dieser Schädel war ein Eigenthum des dortigen Arztes Herrn Dr. Müller, welcher Zeuge seiner Auffindung gewesen und ist von diesem erst kürzlich in den Besitz des bekannten Naturforschers und Naturalien-Händlers Herrn Ludwig Parreys übergegangen, welcher so gefällig war, mir denselben zur Benützung zu überlassen [1]).

Obgleich ich diesen Schädel sogleich für einen Avaren-Schädel erkannte, so musste mir doch vor Allem daran gelegen sein, eine Vergleichung desselben mit dem Originale des bei Grafenegg aufgefundenen Schädels vornehmen zu können. Ich wandte mich desshalb an den Grafen von Breuner, der mir auch mit gewohnter Liberalität und der grössten Zuvorkommenheit nicht nur die Benützung dieses noch in seinem Besitze befindlichen Schädels gestattete, sondern auch einige die Angaben von Tschudi ergänzende Mittheilungen, bezüglich seines Fundortes, zu machen so gütig war; worüber ich ihm meinen Dank hier öffentlich auszusprechen mich verpflichtet fühle. Ebenso verdanke ich der gütigen Mittheilung meines geehrten Collegen Herrn Professors Hyrtl, die Benützung eines Gyps-Abgusses von einem Huanca-Schädel aus den alten Gräbern des Titicaca-Thales in Bolivia, dessen Originale sich im Pariser zootomischen Museum befindet.

Auf diese Weise wurde ich in den Stand gesetzt, nicht nur die vollkommenste Übereinstimmung des Atzgersdorfer mit dem Grafenegger Schädel darzuthun, sondern auch die schon von Retzius zuerst nachgewiesenen Unterscheidungs-Merkmale zwischen diesen, unbezweifelbar den Avaren angehörigen Schädeln und jenen der Huanca's näher prüfen und bestätigen zu können; welche den Gegenstand der nachstehenden Ergebnisse meiner Untersuchung ausmachen.

Rathke und mit ihm Dr. Karl Meyer halten die Schädel von Kertsch in der Krimm für Überreste der Macrocephalen der Alten; ein Volk, das nach dem Zeugnisse von Hippocrates, welcher schon im vierten Jahrhunderte vor Christus lebte, in jenem Lande von Asien seinen Wohnsitz hatte, das sich rechts von den Gegenden, wo zur Zeit des Sommers die Sonne aufgeht, bis zum mäotischen Sumpfe erstreckt [2]).

Pomponius Mela, welcher gegen die Mitte des ersten christlichen Jahrhunderts unter Kaiser Claudius gelebt, versetzt sie in die Nähe des Thracischen Bosporus oder die Meerenge von Constantinopel [3]).

Plinius der Aeltere, ein Zeitgenosse von Vespasian und Titus in der zweiten Hälfte des ersten Jahrhunderts nach Christus, führt sie unter den Bewohnern der Themiscyrenischen Landschaft, in der Nähe der westlich von Trapezunt in Cappadocien am schwarzen Meere gelegenen Stadt Cerasus, — dem heutigen Keresun in Natolien — auf [4]).

---

[1]) Gegenwärtig befindet sich dieser Schädel in der zootomischen Sammlung der Wiener Universität.

[2]) De Aëre, Aquis et Locis. Lib. I.

[3]) Lib. I. Cap. 19.

[4]) Lib. VI. Cap. 4.

Stephanus Byzantinus endlich, der letzte alte Schriftsteller, welcher ihrer erwähnt, und der zu Anfang des fünften christlichen Jahrhunderts unter Arcadius und Honorius gelebt, gibt Colchis im Osten des schwarzen Meeres — das spätere Mingrelien, welches dermalen einen Theil des russischen Gouvernements Grusino-Imiritien bildet — als ihre Heimath an[1]).

Die so überaus grosse — ja ich möchte sagen vollkommene — Übereinstimmung der Kertscher Schädel aus der Krimm, mit den seither in Österreich aufgefundenen Avaren-Schädeln, bestimmt mich, erstere gleichfalls den Avaren zuzuschreiben; einem Volke, dessen Existenz uns mindestens um drei Jahrhunderte näher liegt und das erwiesenermassen, nachdem es aus Österreich vertrieben worden war, sich wieder weithin gegen Osten bis an die Grenze von Asien zurückgezogen und seinen Wohnsitz auch in der Gegend um den mäotischen See aufgeschlagen hatte.

Weniger getraue ich mir die Behauptung aufzustellen, dass der von Blumenbach in seiner „*Decas Craniorum*" beschriebene und abgebildete Macrocephalus, dessen grosse Ähnlichkeit mit den Kertscher Schädeln von Rathke und nach ihm auch von Dr. Karl Meyer besonders hervorgehoben wird, ebenfalls dem Volksstamme der Avaren angehöre. So sehr auch die kurze Beschreibung, welche Blumenbach davon gibt und selbst die Abbildung in vielen Theilen mit den Avaren-Köpfen übereinstimmt, so finden sich doch, wenigstens hiernach zu urtheilen, Unterschiede, welche eine Identität derselben bezweifeln lassen. Namentlich ist es der zusammengedrückte und gekielte Scheitel, welcher dieser Ansicht widerspricht. Einen sicheren Aufschluss hierüber vermag nur eine Vergleichung des Blumenbach'schen Originales im Göttinger Museum zu geben.

Ob die Avaren mit den Macrocephalen der Alten zu demselben Volksstamme gehörten, oder ob sie Abkömmlinge derselben waren, wage ich, ungeachtet aller Wahrscheinlichkeit, welche für diese Annahme spricht, weder zu behaupten, noch zu leugnen und überlasse die Lösung dieser Frage der Geschichtsforschung, welche vielleicht hierüber einen Aufschluss zu geben vermag.

Eben so wenig fühle ich mich aber auch im Stande, mit Sicherheit nachweisen zu können, ob diese so sonderbare wie eigenthümliche Kopfform, welche sonst nur noch bei den Huanca's in so auffallend ähnlicher Weise wieder getroffen wird, eine natürliche oder eine durch künstliche Einwirkungen hervorgebrachte sei; obgleich ich mich für diese letztere Ansicht nach meiner innigsten individuellen Überzeugung aussprechen zu müssen glaube.

Die Gründe, welche mir diese Überzeugung aufdringen, sind folgende:

1) die von allen bekannten Völkern des ganzen Erdballs, mit einziger Ausnahme der alten Peruaner, so überaus abweichende Gestalt des Schädels überhaupt;
2) das Zeugniss der alten Schriftsteller, nach welchem die Schädelform der Macrocephalen — die, obgleich es bis jetzt noch nicht erwiesen ist, dass sie die Stammväter der Avaren gewesen, doch mindestens ein mit diesen höchst verwandtes Volk waren — durch Anwendung künstlicher Mittel hervorgebracht wurde; und
3) endlich, weil die Gewohnheit dem Schädel durch künstliche Mittel eine besondere, von der natürlichen Form gänzlich abweichende Gestalt zu geben, erwiesenermassen bei vielen barbarischen Völkern und vorzugsweise bei jenen der neuen Welt, eine sehr verbreitete ist.

Dass die eigenthümliche Kopfform den Macrocephalen der Alten durch Anwendung künstlicher Mittel hervorgerufen wurde und sich mit der Zeit auch fortgepflanzt habe, darüber gibt uns Hippocrates die umständlichsten Aufschlüsse.

---

[1]) Geographica.

Er berichtet von diesem Volke ausdrücklich[1]), dass es seinen Namen daher habe, weil sich kein Volk weiter vorfindet, das ähnlich gestaltete Köpfe besässe. Anfangs sei, wie es scheint, ein Brauch der Menschen die Ursache von der Verlängerung des Kopfes gewesen; nachher habe aber auch die Natur das Ihrige beigetragen. Jener Brauch, dem die Ansicht zu Grunde liegt, dass, je höher der Kopf ist, man um desto edler erscheine, bestehe darin, dass nach der Geburt eines Kindes der Kopf desselben, der dann noch zart und fügsam ist, mit den Händen gepresst und gleichsam geformt, theils aber hierdurch, theils auch durch Binden und angemessene Vorrichtungen, die der von Natur rundlichen Form des Kopfes widerstreben, genöthigt wird, besonders in die Länge zu wachsen. So gab denn Anfangs ein besonderer Brauch, der Natur eine besondere Richtung des Wachsthums; im Laufe der Zeiten bequemte sich ihm jedoch die Natur dermassen, dass sie ihn nacher ganz unnöthig machte, indem sie selbst jenes Geschäft übernahm.

Auch Strabo, welcher schon vor und zu Anfang des ersten christlichen Jahrhunderts unter Augustus und Tiberius lebte, hat uns Nachrichten von zwei anderen Völkerschaften überliefert, welche den Köpfen ihrer Kinder gleichfalls durch künstliche Mittel eine möglichst lange Gestalt zu geben suchten[2]). Es sind dies die Derbikken, welche im alten Margiana am Flusse Oxos, dem heutigen Amu-Darja, so wie am Caucasus gegen den caspischen See zu wohnten, und die Sigynnen, medische Colonisten, welche in den Gegenden dies- und jenseits des Isters ihren Wohnsitz gehabt haben sollen.

Diesen Nachrichten zufolge, welche er jedoch nur im Wege der Tradition erhalten hatte, sollten die Köpfe jener Völker so gestaltet gewesen sein, dass die Stirne bedeutend vorfiel und sogar das Kinn überragte.

Von sehr vielen Völkern der neuen Welt ist es eine erwiesene Thatsache, dass es bei ihnen Sitte ist, die Schädel ihrer Kinder sogleich nach der Geburt durch Anwendung künstlicher Mittel zu einer unnatürlichen Ausbildung zu zwingen und dadurch eine von der ursprünglichen Form gänzlich abweichende Gestalt hervorzurufen. Bei anderen Völkern von Amerika, namentlich bei den Chinchas in Peru, hat diese Sitte in früheren Zeiten bestanden und ist erst später, während der spanischen Herrschaft, im Jahre 1582, von der Synode von Lima durch ein eigenes Kirchengesetz und selbst unter Androhung kirchlicher Strafen aufgehoben worden.

Diese Sitte wird jedoch, obgleich die Anwendungsmittel in allen Fällen immer nur im Drücken und Pressen des Kopfes bestehen, bei den verschiedenen Völkerschaften von Amerika, in sehr verschiedener Weise geübt. So drückten die Caraiben die Stirne nieder, die Natches das Hinterhaupt platt; während die Chinouk, Klickakil, Clatsap, Klatstoni, Cowalisk, Kathlamel, Killemock und Chelaki am Columbia-Flusse, dann die Klickatat, Kalapoyah und Multnomah am Wallamuth-Flusse, — welche wahrscheinlich alle zu einem und demselben grossen Völkerstamme gehören — die Scheitelbeine niederpressen und desshalb von den Anglo-Amerikanern „Flatheads" genannt werden.

Die Art und Weise, wie diese Operation vorgenommen wird, ist nach den Berichten von Scouler und Ross-Cox, bei den verschiedenen Volksstämmen der Indianer von Nord-Amerika jedoch verschieden. Die Chinouks und andere der Meeresküste näher wohnende Völkerschaften, legen das Kind sogleich nach der Geburt auf eine Grasmatte, in ein kurzes, auf 8 bis 9 Zoll tief ausgehöhltes Stück eines Baumstammes und befestigen dasselbe mit Laufschnüren. Ein dicker, aus Gras geflochtener Strang, welcher an der rechten Seite des Baumstückes festgebunden ist, wird über den Scheitel gelegt und an der entgegengesetzten Seite durch ein daselbst angebrachtes Loch festgezogen. Die Wallamuth-Indianer befestigen

[1]) De Aëre, Aquis et Locis. Lib. I.

[2]) Lib. 11, Cap. 16.

das neugeborne Kind mit Hanfschnüren oder Lederriemen auf einem Brette, an dessen oberem Ende ein Loch für das Hinterhaupt angebracht ist. Neben dieser Oeffnung befindet sich ein mittelst eines Riemens angeheftetes kleines Brettchen welches über den Scheitel und die Stirne gelegt und durch Hanfschnüre, die durch einige Löcher am Rande des Hauptbrettes gezogen und festgespannt sind, unausgesetzt niedergedrückt wird. So muss das Kind Monate lang in derselben Stellung zubringen, bis die Näthe des Kopfes gehörig verwachsen sind und die Hirnschale die hinreichende Stärke und Festigkeit erlangt hat und wird nur in sehr seltenen Fällen, meist nur bei eintretenden Krankheiten, aus diesem Zwinger herausgenommen. Die Mutter trägt ihr Kind mit dieser Vorrichtung allenthalben auf dem Rücken mit sich. Nach Ross-Cox sollen 9 Monate zur Vollendung dieser Operation zureichen. Der Kopf ist dann vollkommen platt gedrückt und sein oberer Theil selten dicker als ein Zoll. Der Längendurchmesser ist der kleinste, während die Breite des Kopfes ausserordentlich gross ist und erst bei zunehmendem Alter erscheint jene Missgestaltung etwas geringer. Der Vorgang selbst ist aber langsam und sanft, so dass das Kind durch dieses unnatürliche Verfahren kaum etwas zu leiden scheint; obgleich der Anblick, den es hierbei gewährt, ein höchst widriger ist, indem die kleinen Augen weit aus ihren Höhlen hervorgetrieben werden. So wie bei den Macrocephalen der Alten, gilt auch bei den Indianern von Nord-Amerika jene Sitte für ein Zeichen der Schönheit und des Adels und darf daher nie an Sclaven geübt werden.

Ob solche künstlich geformte Schädel im Laufe der Zeiten fortgepflanzt und ohne menschliche Beihülfe durch die Natur selbst hervorgebracht werden können, darüber herrscht eine eben so grosse Meinungsverschiedenheit, als über die ursprüngliche Entstehung mancher jener anomalen Formen.

Während Hippocrates die Fortpflanzungsfähigkeit der Schädelform bei den Macrocephalen mit grosser Bestimmtheit behauptet, widersprechen die Berichte neuerer Naturforscher dieselbe, nach den Beobachtungen und Erfahrungen, welche sie bei den nordamerikanischen Indianern zu machen Gelegenheit hatten, bei denen diese Sitte doch zuverlässig schon ein sehr hohes Alter erreicht hat. Insbesondere behauptet Townsend, dass er sowohl unter den Chinouks am Columbia-Flusse, als unter den Klickataten am Wallamuth-Flusse bei Individuen, welche in ihrer Kindheit in Folge von Krankheiten der künstlichen Gestaltung der Schädel entgangen waren, vollkommen regelrecht gestaltete, runde Köpfe getroffen habe.

Ist aber die Form der Schädel der Macrocephalen der Alten eine künstliche gewesen, dann ist es auch jene der Avaren, der Huanca's und Aymara's von Peru und der alten Guanchos der canarischen Inseln: welche letztere, aller Wahrscheinlichkeit zufolge, nur Abkömmlinge von den Berbern aus der Atlasgegend oder den Schuluh's waren und in der allgemeinen Form des Schädels mit den Aymara's eine nicht minder grosse Ähnlichkeit haben, als die Avaren mit den Huanca's; obgleich sie so wie diese, bei näherer Untersuchung weit von einander unterschieden sind.

Blumenbach, de la Condamine, Scouler, d'Orbigny, Prichard und Rathke theilen dieselbe Meinung, während sich Pentland, Tiedemann, Bellamy und Tschudi für die entgegengesetzte Ansicht erklären. Retzius, welcher sich früher gleichfalls dieser letzteren Ansicht anschloss, hat dieselbe in neuerer Zeit jedoch wieder aufgegeben und sich auf das Bestimmteste für die künstliche Bildung jener Schädel ausgesprochen[1]). Tschudi ist der Einzige darunter, welcher einen directen Beweisgrund für die Richtigkeit dieser letzteren Ansicht anführt; indem er behauptet, nicht bloss bei neugebornen, sondern selbst schon bei noch ungebornen Kindern der Huanca's und Aymara's dieselbe Form des Schädels getroffen zu haben.

Wenn man aber den Umstand in Betrachtung zieht, dass sowohl die Huanca's als die Aymara's zu den dolichocephalen Völkerschaften gehören, deren Hinterhaupt schon bei der normalen Bildung des Schädels

---

[1]) Beurtheilung der Phrenologie vom Standpunkte der Anatomie aus. Müller's Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w. 1848, p. 252—253.

weit nach rückwärts gezogen ist, so ist es wohl nicht schwierig zu erklären, dass sich bei diesen Volksstämmen — wenn man auch die Fortpflanzungsfähigkeit einer künstlichen Form des Schädels durchaus nicht zugestehen will — selbst schon beim ausgetragenen Foetus jedenfalls eine, wenn auch der künstlichen nicht vollkommen gleiche, doch mindestens immer noch hinreichend ähnliche Form herausstellen wird, die vollkommen zureichen kann, eine in innerer Überzeugung tief gewurzelte Ansicht zu bekräftigen. In jedem Falle ist diese Annahme einleuchtender, als die Behauptung, dass eine der Natur aller übrigen Völker so widersprechende Gestalt des Schädels nicht sollte durch Kunst hervorgebracht worden sein.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen wende ich mich nun zur Charakteristik des Avaren-Schädels, nach dem mir zu Gebote gestandenen Materiale.

Von oben betrachtet, erscheint der Schädel der Avaren länglich-eiförmig, nach hinten abgestutzt und nach vorne etwas verschmälert. Die Antlitzknochen ragen etwas über den Umriss des Schädels hervor. Das Stirnbein ist ungewöhnlich hoch und erhebt sich steil nach rückwärts. Auf seiner Mitte, zwei Zoll oberhalb der Augenbrauenbogen, befindet sich, der Quere nach, eine Vertiefung und unmittelbar über derselben ein stark erhöhter, ebenfalls der Quere nach gestellter Höcker. Zwischen diesem und den Scheitelhöckern liegt abermals eine querüberlaufende Vertiefung, welche in die Vereinigung der Kranz- und Pfeilnath fällt. Die *Tubera parietalia* überragen das *Tuber frontale* nur sehr wenig. Die Stirn hat nicht sehr starke Augenbrauenhöcker. Eine senkrechte Linie von dem Vereinigungspunkte der Kranz- und Pfeilnath fällt auf den hinteren Rand des *Processus mastoideus* und geht durch das hintere Drittel des *Foramen magnum.* Das Hinterhaupt ist kurz und hoch. Der Schuppentheil des Hinterhauptbeins zwischen der Lambdanath und der *Linea semicircularis superior* ist schief nach einwärts geneigt und wölbt sich dann bis zum *Foramen magnum* plötzlich nach unten und vorwärts. Eine senkrechte Linie von dem obersten, durch die *Tubera parietalia* gebildeten Theile des Hinterhauptes herabgezogen, fällt weit hinter jenen Theil des Occipital-Beins, auf welchem sich die bogenförmigen Linien befinden. Die Schläfenfläche ist breit und gewölbt. Die grösste Breite fällt dicht über die Höhe der Schuppennäthe der Schläfenbeine. Die Jochbogen sind klein, nur wenig vorragend und an ihrem unteren Rande ziemlich stark S-förmig. Die vorderen Öffnungen der Augenhöhlen sind von rhomboidaler Form. Der untere Orbitalrand ragt etwas vor dem oberen vor. Die Alveolar-Fortsätze des Oberkiefers sind klein und fallen perpendiculär ab. Die Insertion des äusseren Gehörganges fällt vor die Mitte der Längsachse des Kopfes. Die Zitzenfortsätze sind klein. Der Gaumen ist gut gewölbt. Das Rückenmarkloch ist fast rund und ziemlich klein. Eine hinter dem Alveolar-Rande nach rückwärts gezogene Linie, geht über die Spitze des *Processus mastoideus.*

Die Dimensionen der beiden Avaren-Schädel sind folgende:

	Schädel von	
	Grafenegg.	Atzgersdorf.
Länge von der Glabella bis zum Hinterhaupte	0·185	0·175
Höhe	0·158	0·155
Umfang	0·518	0·509
Länge von der Stirnfurche bis zum Hinterhaupte	0·147	0·142
Stirnbreite	0·095	0·096
Schläfenbreite	0·138	0·131
Jochbreite, mitten am Bogen	0·124	0·124
Hinterhauptsbreite an den Scheitelhöckern	0·123	0·128
Mastoidalbreite	0·120	0·113
Höhe des Oberkiefers von der Nasenwurzel bis zum Alveolar-Rande	0·066	0·063
Höhe des Alveolar-Fortsatzes von der *Spina nasalis externa* an	0·019	0·019
Höhe der Augenhöhlenöffnungen	0·035	0·033
Breite der Augenhöhlenöffnungen	0·038	0·038
Länge des Rückenmarkloches	0·030	—
Breite des Rückenmarkloches	0·028	—
Kinnhöhe	—	0·029
Höhe des aufsteigenden Unterkieferastes	—	0·066
Camper'scher Gesichtswinkel	83°	80°

Bei dieser Gelegenheit muss ich auch noch jener Schädel erwähnen, welche Graf G. Rasoumovsky zwischen den Jahren 1823 und 1829 nebst sonstigen menschlichen Skelettheilen in den Kalkhöhlen des Calvarienberges zu Baden im Kreise unter dem Wienerwalde in Nieder-Österreich, mit Knochenresten urweltlicher Thiere aufgefunden hat.

Rasoumovsky hat dieselben in seiner Abhandlung: „*Quelques Vues novelles sur les Alpes de l'Austriche*" in Oken's Isis[1]) 1830 nur sehr ungenügend beschrieben und theils wegen ihrer, wie er sagt, von den Schädeln der europäischen Völker bedeutend abweichenden Form, theils wegen ihres Zusammen-Vorkommens mit Knochenresten urweltlicher Thiere, für fossil gehalten. Er berichtet uns, dass man bei einer Ausgrabung mehr oder minder vollständige und wohl erhaltene Schädel gefunden habe.

Rasoumovsky besass — wie aus seiner Abhandlung [2]) zu ersehen ist — sechs solcher Schädel. Ein einziger davon, heisst es hierin, welcher in einem ganz weissen Sande gefunden wurde, war eben so weiss und so frisch, dass man ihn nicht für fossil würde betrachten wollen, wenn man ihn nicht neben den anderen Schädeln gesehen haben würde; aber diese anderen, sowie alle auf dem Calvarienberge ausgegrabenen menschlichen Knochen, welche von Ausgrabungen herrühren, die in einem fast durchaus gelbbraunen Sande gemacht wurden, haben dieselbe Farbe angenommen. Sie sind nicht calcinirt und haften mehr oder weniger stark an der Zunge oder an den Lippen. Diese Schädel, heisst es ferner, gleichen nicht jenen der Europäer, sondern gehören augenscheinlich, so wie mehrere Knochen, welche sie begleiten, zu einer Race der Äquinoctial-Klimate, welche jedoch vielleicht nicht ganz dieselbe war wie jene, welche zu unseren Tagen diese warmen Gegenden bewohnt. Sie nähern sich den afrikanischen Racen oder der schwarzen Race. Ihre Form ist im Allgemeinen weniger oval als jene der Europäer; die Stirn ist viel kürzer; sie erscheinen viel voluminöser, der Scheitel viel gedrückter; der ganze Schädel ist weit mehr nach rückwärts gezogen, die Augenhöhlen sind viel grösser, die Gesichtslinie ist stark geneigt, die Kinnladen sind mehr nach vorwärts gerichtet, der Schädel erscheint viel kürzer. Die Näthe des Schädels sind oft sehr zierlich ausgezackt und bilden eine Art von Verzweigung, wenn sie deutlich ausgesprochen sind. Die Scheitelknochen sind so dünn, dass sie keine grössere Dicke haben als dünne Pappe; so dass man mit einigem Grunde voraussetzen kann, die Natur habe sie, im Gegensatze zu den afrikanischen Köpfen, mit welchen sie sonst so viele Übereinstimmung darbieten, mit einem sehr dichten Haare begabt, um sie vor Zufällen zu schützen, denen sie durch ihre Bildung ausgesetzt sein konnten. Auch sind diese Knochen so leicht, dass man einige Mühe hat, sie auf den Grund des Wassers sinken zu machen.

Werth ist zu bemerken, sagt Rasoumovsky weiter, dass, ungeachtet der grossen Statur, welche diese Menschen-Race gehabt haben muss, die Zähne um Vieles kleiner sind als die unseren, von denen sie sonst wenig unterschieden sind, ausser durch ihre Kronen; die jedoch derart abgenützt sind, dass er, bevor er sie an den Kiefern angeheftet und diese in Begleitung der Schädel gesehen, verleitet wurde, dieselben für die Zähne eines fleischfressenden Thieres zu halten. Wie unrichtig die Angaben des Grafen Rasoumovsky über die Bildung dieser Schädel sind, wird sich aus der weiteren Folge ergeben.

Auch Boué hat derselben im „*Bulletin de la Société géologique de France*" von den Jahren 1830 und 1831 in seinen beiden Abhandlungen: „*Compte rendu des progrès de la géologie*"[3]) und „*Resumé des progrès de la géologie en 1830 et 1831*"[4]), Erwähnung gethan und sie mit den Schädeln einiger alten Völker von Süd-Amerika, namentlich der Caraiben und der alten Bewohner von

[1]) Heft II, p. 157

[2]) P. 157.

[3]) T. I, p. 107.

[4]) T. II, p. 195.

Peru und Chili verglichen; so wie er sich auch, vorzüglich auf Rasoumovsky's Angaben und das von ihm mit so vielen anderen Geognosten behauptete Vorkommen menschlicher Knochen in den jüngsten Formationen überhaupt, gestützt, zur Ansicht hinneigte, dieselben für fossil zu halten.

Eben diese Ansicht theilte auch Hermann von Meyer, der 1832 in seinem Werke: „Palaeologica zur Geschichte der Erde und ihrer Geschöpfe" [1]), diese Schädel gleichfalls für fossil betrachtete.

Die meisten Naturforscher, welche jene Schädel nur aus Rasoumovsky's und Boué's kurzen Angaben kannten, wurden dadurch auch verleitet, dieselben mit dem Grafenegger Schädel als zu einem und demselben Volksstamme gehörig, anzusehen. Namentlich war es auch Retzius, der[2]) das Vorkommen der Avaren-Schädel bei Baden, besonders hervorhob.

Es musste mir daran gelegen sein, über diese Zweifel Gewissheit zu erlangen. Da es mir bekannt war, dass die Sammlung von Mineralien und Petrefacten, welche Graf Rasoumovsky besass, nach dessen Tode in den Besitz des Herrn Ministerial-Secretärs Ludwig von Scala kam, so wandte ich mich an denselben mit der Bitte, mir jene Schädel zur Untersuchung gütigst mitzutheilen. Vier derselben waren wirklich noch in seinem Besitze und er war so gütig, mir nicht nur ihre Benützung zu gestatten, sondern sogar die Originalien als Geschenk zu überlassen. Der fünfte Schädel, welchen Rasoumovsky besass, kam, wie wir aus Boué's Abhandlung entnehmen, in das zootomische Museum des *Jardin des Plantes* zu Paris. Über das Schicksal des sechsten Schädels der Rasoumovsky'schen Sammlung konnte ich nichts weiter in Erfahrung bringen. Herr von Scala übergab mir zwar allerdings noch einen fünften Schädel, der sich ebenfalls in der Rasoumovsky'schen Sammlung befand; dieser war aber, wie aus der von Rasoumovsky's eigener Hand geschriebenen Etiquette hervorgeht, ein Schädel von einem Kirchhofe aus der Umgegend von Wien, zur Vergleichung mit den Schädeln aus den Knochenhöhlen der Badner Gegend.

Jene vier in meine Hände gekommenen Schädel der Rasoumovsky'schen Sammlung, sind keineswegs fossil und gehören alle zu einem und demselben Volksstamme. Sie zeigen zwar allerdings unter sich einige, jedoch nur unbedeutende, individuelle Abweichungen, welche sich aber in zwei Typen zusammenfassen lassen, von denen jeder durch zwei fast vollkommen gleich gebildete Schädel repräsentirt ist. Diese beiden Typen bestehen in einer mehr rundlichen und in einer mehr ovalen Form.

Ausser diesen Schädeln habe ich auch noch drei Unterkiefer von Herrn von Scala erhalten, welche gleichfalls aus der Rasoumovsky'schen Sammlung herstammen und der darauf befindlichen Aufschrift zu Folge ebenfalls in den Kalkhöhlen des Calvarienberges bei Baden gefunden wurden. Zwei von diesen Unterkiefern passen nicht zu diesen Schädeln und vom dritten ist es zweifelhaft; da der Schädel, welchem er angehören könnte, an den Insertionsstellen sehr beschädigt ist. Ich will daher diese Unterkiefer gänzlich übergehen und mich bloss an die Schädel selbst halten, welche weit wichtigere Merkmale darbieten.

Ich habe eine sorgfältige Vergleichung dieser Badner Schädel mit allen in der ziemlich reichen Schädel-Sammlung des Wiener zootomischen Museums befindlichen Schädeln und Gyps-Abgüssen von Schädeln, gemeinschaftlich mit meinem Freunde, Herrn Professor Hyrtl, vorgenommen und wir sind zu dem Resultate gelangt, dass wir dieselben für Slawen-Schädel erkennen mussten. Leider befindet sich bis jetzt in dieser Sammlung kein einziger Schädel eines Czechen; doch zweifle ich, nach den Andeutungen, welche Retzius in seiner vortrefflichen Beschreibung der Slawen-Schädel [3]) über die Schädel der Czechen insbesondere gegeben hat, nicht im Geringsten, dass jene schon mehrfach besprochenen Rasoumovsky'-

---

[1]) P. 121 und 434.

[2]) *Vetenscaps-Academiens-Handlingar.* 1844, Nro. 3, p. 38 und übersetzt in Hornschuch's Archiv skandinavischer Beiträge für Naturgeschichte Bd. I, p. 149.

[3]) *Om formen of Nordboernes Cranier* in den: *Förhandlingar vid de Skandinavische Naturforskarnes tredje Möte, i Stockholm d. 13.—19. Juli 1842, p. 157* (auch besonders abgedruckt, Stockholm 1843), und daraus übersetzt in Müller's Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w. 1845, p. 97.

schen Schädel aus den Höhlen des Calvarienberges von Baden, welche zu so mancherlei Irrungen Veranlassung geboten haben, dem Volksstamme der Czechen angehören.

Sie stimmen in allen ihren Theilen, mit Ausnahme nur geringer, individueller Abweichungen, mit der Beschreibung, welche Retzius vom Slawen-Schädel geliefert und welche ich hier unter Beifügung der wahrgenommenen wenigen, unbedeutenden Abweichungen secundären Werthes wiedergebe, vollkommen überein.

In der Ansicht von oben erscheint der Schädel kurz, nach hinten abgestutzt eiförmig, oder er nähert sich in seinem Umrisse einem Vierecke mit abgerundeten Ecken, dessen Vorderseite kleiner ist als die hintere; bisweilen neigt er sich aber auch mehr zur runden Form hin und erscheint dann als vollkommen eirund. Die Antlitzknochen ragen nur wenig über den Schädel-Umriss hervor. Die Stirne ist vorne etwas quer abgestutzt, mit starken Augenbrauenhöckern; und zeigt wegen der vorragenden *Tubera frontalia* ein Antlitzprofil, welches sich dem verticalen nähert. Die Scheitelfläche ist breit und wenig gewölbt. Das Hinterhaupt ist abgestutzt und abschüssig; und ohne hervorstehendem Hinterhauptshöcker, indem es sich nicht in ein nach hinten verschmälertes *Tuber occipitale* verlängert, sondern mehr senkrecht abschüssig zur Ansatzstelle der Nackenmuskeln verläuft. Die *Tubera parietalia* stehen am Anfange des Hinterhauptes, welches eine grosse, niedrig gewölbte oder platte Oberfläche bildet, die den grössten Theil der Höhe des Schädels einnimmt und den hinteren Theil der Scheitelbeine mit dem hinteren Ende der Pfeilnath, nebst der ganzen Lambdanath umfasst. Die Höhe des Bogens, welcher von der Kante der Gehörgänge um die grösste Convexität des Hinterhauptes gezogen wird, beträgt ungefähr die Hälfte der Chorda dieses Bogens. Die *Lineae semicirculares majores* bilden genau die untere Kante des hintersten Hinterhauptrandes oder der Basis des Schädels und vereinigen sich unter einem sehr stumpfen Winkel, oder gehen ineinander mittelst einer sanften Biegung über.

Hierdurch erhält die *Protuberantia occipitalis* die Gestalt einer transversalen stumpfen Erhöhung. Die zwei Flächen unter- und innerhalb der genannten Grenze, auf welchen die Halbkugeln des kleinen Gehirnes ruhen, sind stark gewölbt und steigen mit dem hinteren Theile nach aufwärts; so dass sie in die hintere Oberfläche des Hinterhauptes übergehen. Die Anheftungsstelle für das Nackenband, oder die *Crista occipitalis externa*, steigt zum Theile aufwärts. Die *Lineae semicirculares* der Schläfen ragen in die Oberfläche des Hinterhauptes hinein. Die Jochbogen sind an ihrem unteren Rande schwach S-förmig und verlaufen entweder fast gerade nach rückwärts, wo sie sich erst in der Nähe der Insertion an die Schläfenbeine erweitern, oder sie bilden einen fast regelmässigen Bogen, dessen grösste Ausbuchtung in die Mitte fällt. Das Jochbein ist aussen platt oder überrundet, gross und hat einen senkrecht absteigenden Jochhöcker. Die Jochhöcker sind klein und liegen gerade unter den äusseren Augenbrauenfortsätzen. Die Wangengruben sind flach. Die vorderen Öffnungen der Augenhöhlen liegen horizontal; sie sind gross, viereckig mit gerundeten Ecken und variiren bedeutend in ihren Dimensionen. Die äusseren Orbital-Fortsätze sind klein; der untere Orbital-Rand steht fast senkrecht unter dem oberen. Der Raum zwischen den Augenhöhlen, welchen die Nasenwurzel und das Siebbein einnehmen, ist breit. Der Alveolar-Fortsatz des Oberkiefers ist nicht sehr hoch und fällt perpendiculär ab. Die Insertion des äusseren Gehörganges fällt hinter die Mitte der Längsachse des Kopfes. Die Zitzen-Fortsätze sind gross. Das Gaumengewölbe ist nieder, vorne platt und gegen den Alveolar-Rand hinabsteigend. Der innere Pterygoidal-Flügel steht fast senkrecht, der äussere ist nach auswärts gerichtet. Das Rückenmarkloch ist oval und bald nur vorne bald nur hinten, bald an beiden Seiten zugespitzt und klein. Eine hinter dem Alveolar-Rande nach rückwärts gezogene Linie geht unter der Spitze des *Processus mastoideus* hinweg. Der Unterkiefer ist hoch und stark, das Kinn stark nach vorne ausstehend und kantig.

Nach Retzius stellen sich die Ausmasse des Slawen-Schädels in nachstehender Weise dar:

Länge von der Glabella bis zum Hinterhaupte . . .	0·170	
Höhe	Min. 0·120	Max. 0·153
Umfang	Min. 0·510	Max. 0·540
Stirnbreite	0·102	
Jochbreite mitten am Bogen	0·145	
Hinterhauptsbreite an den Scheitelhöckern	0·151	
Mastoidalbreite	Min. 0·114	Max. 0·140
Höhe des Oberkiefers von der Nasenwurzel bis zum Alveolar-Rande	Min. 0·068	Max. 0·073
Höhe der Augenhöhlenöffnungen	0·030	
Breite der Augenhöhlenöffnungen	0·040	
Länge des Rückenmarkloches	0·035	
Breite des Rückenmarkloches	0·032	
Höhe des aufsteigenden Astes des Unterkiefers, vom Gelenkknopfe bis zum Winkel	0·060	
Höhe des liegenden Astes des Unterkiefers, vom Kinnrande bis zum Alveolar-Fortsatze	0·033	

Folgende sind die Ausmasse der zwei verschiedenen Typen der Rasoumovsky'schen Schädel.

	Schädel der	
	rundlichen Form.	ovalen Form.
Länge von der Glabella bis zum Hinterhaupte	0·176	0·182
Höhe	0·137	0·133
Umfang	0·536	0·534
Stirnbreite	0·097	0·102
Schläfenbreite	0·154	0·146
Jochbreite, mitten am Bogen . . .	0·137	0·131
Hinterhauptsbreite an den Scheitelhöckern	0·154	0·139
Mastoidalbreite	0·123	0·118
Höhe des Oberkiefers von der Nasenwurzel bis zum Alveolar-Rande .	0·069	0·071
Höhe des Alveolar-Fortsatzes von der *Spina nasalis externa* an . .	0·018	0·019
Höhe der Augenhöhlenöffnungen . .	0·034	0·038
Breite der Augenhöhlenöffnungen . .	0·040	0·041
Länge des Rückenmarkloches . . .	0·028	0·035
Breite des Rückenmarkloches . . .	0·024	0·029
Camper'scher Gesichtswinkel . . .	83°	83°

Die wenigen Abweichungen, welche sich bei Vergleichung dieser Rasoumovsky'schen Schädel mit der von Retzius gegebenen Beschreibung des Slawen-Schädels ergeben, liegen fast einzig und allein nur in geringen Abweichungen der Dimensionen. Die einzige Differenz, welche ich sonst noch — jedoch nur an einem der beiden Schädel von rundlicher Form — wahrgenommen habe, besteht darin, dass bei demselben der Jochhöcker nicht gerade unter den äusseren Augenbrauenfortsätzen, sondern etwas ausserhalb derselben liegt. Eine besondere Eigenthümlichkeit desselben Schädels ist aber die ungeheuere Spannung des Jochbogens.

Es scheint mir eben so unfruchtbar als überflüssig, eine Erklärung zu versuchen, zu welcher Zeit und bei welcher Gelegenheit jene Schädel in die Höhlen des Badner-Calvarienberges gerathen sein mögen. Eine solche Erklärung kann einerseits ohne eine erhebliche Schwierigkeit aus der Geschichte abgeleitet werden; indem sich zwischen den Jahren **1463** und **1466** eine Bande von mehreren hundert böhmischen Räubern in einer Felsenhöhle zwischen dem Calvarien- und dem Mitterberge, welche noch heut zu Tage die Räuberhöhle genannt wird, aufhielt und unter ihrem Anführer Sluha sich sowohl der alten Burg Baden bemächtigte, als auch die umliegenden Ortschaften häufig durch ihre Streifzüge bedrohte. Andrerseits kann sie aber auch in irgend einem zufälligen Ereignisse einen hinreichenden Anhaltspunkt finden; denn es ist wohl leicht möglich, dass böhmische Arbeiter, welche mit Herausschaffung des Kalksandes aus jenen Höhlen beschäftiget waren, durch Neugierde verleitet tiefer in dieselben eindrangen und hierbei durch die Irrespirabilität der Luft den Tod fanden. Gewissheit ist hierüber keine zu erlangen.

Zum Schlusse will ich noch auf einen Umstand aufmerksam machen, der, wenn er auch bloss nur ein zufälliger sein sollte, mir dennoch einige Beachtung zu verdienen scheint. Die meisten numismatischen Sammlungen bewahren eine alte Medaille, welche zum Gedächtnisse der Zerstörung von Aquileja durch

den Hunnen-König Attila gegossen wurde. Ich kenne solche Güsse von Gold, Silber, Bronze und Eisen. Diese Medaille enthält auf der Vorderseite das Brustbild Attila's, auf der Kehrseite die Ruinen der Stadt Aquileja. Obgleich der Ursprung derselben nicht bekannt ist, so lässt doch die rohe Arbeit und überhaupt der ganze Charakter denselben mit grosser Wahrscheinlichkeit auf den Anfang oder die Mitte des sechzehnten Jahrhunderts feststellen. Das ganze Fabricat deutet auf ein italienisches, vielleicht auf ein aquilejisches. So viel mir bekannt, gibt es von dieser Medaille zwei Varianten, wovon der eine die Jahreszahl 441, der zweite die Jahreszahl 451 zeigt. Auf beiden gewahrt man in dem Umrisse des Kopfes Attila's eine so grosse Ähnlichkeit mit der Gestalt der Köpfe der Avaren, dass man unwillkürlich zur Vermuthung hingezogen wird, irgend ein Avaren-Schädel habe dem Formschneider hierbei als Vorbild zu seinem Attila gedient. Ein bloss zufälliges Zusammentreffen der Phantasie des Künstlers ist bei einer so auffallenden Übereinstimmung schwer denkbar.

Erklärung der Tafeln.

Tafel IV.

Avaren-Schädel von Feuersbrunn bei Grafenegg.

Tafel V.

Avaren-Schädel von Atzgersdorf bei Wien.

Tafel VI.

Slawen-Schädel, rundlicher Form, vom Calvarienberge bei Baden.

Tafel VII.

Slawen-Schädel, ovaler Form, vom Calvarienberge bei Baden.

Lith. u. Farb. gedr. i. d. k. k. Hof. u. Staatsdruckerei.

Lith. u. i. Farb. gedr. i. d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Lith. u. i. Farb. gedr. i. d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Denkschriften der k. Akad. d. Wissensch. mathem. naturw. Cl. V. Bd. 1853.

Lith. u. i. Farb. gedr. i. d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

EINFLUSS DES MONDES

AUF DIE

HORIZONTALE COMPONENTE DER MAGNETISCHEN ERDKRAFT.

VON KARL KREIL,

WIRKLICHEM MITGLIEDE DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

(GELESEN IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM XI. MÄRZ MDCCCLII).

I.

Der Einfluss des Mondes auf die horizontale Intensität wurde im Allgemeinen auf dieselbe Weise untersucht, wie jener auf die Declination, jedoch sind hier manche Umstände zu berücksichtigen, welche dort ausser Augen gelassen werden konnten. Dahin gehören zuerst die Wirkung der Temperatur-Änderung auf den Stabmagnetismus, und die Abnahme des letzteren im Verlaufe der Zeit.

Die erste Wirkung pflegt man dadurch zu erforschen, dass man den Magnetstab abwechselnd in warmes und kaltes Wasser eintaucht, und in beiden Zuständen die Ablenkung beobachtet, welche er unter übrigens gleichen Verhältnissen an einem zweiten Stabe hervorbringt.

Gegen dieses Verfahren lassen sich mancherlei Bedenken vorbringen; denn es ist meines Erachtens nicht erlaubt aus den Erscheinungen, welche man während eines solchen Versuches beobachtet, die ähnlichen, die sich in einer langen Zeitperiode an einem freibeweglichen Magnetstabe zeigen, so erklären zu wollen, dass diese Erklärung auch in die numerischen Einzelheiten eingeht, und dass man dadurch den Einfluss des Temperatur-Wechsels scharf auszuscheiden im Stande wäre. Die Umstände, in denen sich der Magnetstab während des Versuches befindet, sind zu verschieden von denen, welchen er für gewöhnlich, so lange er nämlich die in der Äusserung der magnetischeu Erdkraft vorgehenden Änderungen angeben soll, unterworfen ist, als dass ein solcher Schluss gestattet werden könne; denn man weiss noch nicht, ob der plötzliche Wechsel der Temperatur, wenn dieselbe in wenigen Minuten um 30 und mehr Grade steigt oder fällt, den Magnetismus nach denselben Gesetzen abändert, welche seinen Änderungen bei geringen Unterschieden der Temperatur zu Grunde liegen; man weiss nicht, ob nicht das Eintauchen in ein anderes Mittel, das Benetzen bald mit kaltem bald mit warmem Wasser den vielleicht nur an der Oberfläche des Körpers haftenden Magnetismus, auch abgesehen von dem Temperatur-Wechsel abändert, nämlich so, dass ein Stab abwechselnd in kaltes und warmes Wasser getaucht, eine andere Änderung seines magnetischen Zustandes zeigt, als er zeigen würde, wenn er abwechselnd in kalte und warme Luft, von derselben

Temperatur wie die des Wassers getaucht wird; besteht ein solcher Einfluss, so kömmt er auf Rechnung der während dem Versuche vorgegangenen Temperatur-Änderung, und muss daher zu einem falschen Resultate führen. Man weiss nicht, ob und wann der Magnetstab dieselbe Temperatur mit dem Wasser angenommen habe, und schliesst dies gewöhnlich daraus, dass seine Einwirkung auf den zweiten nahezu constant wird, welcher Schluss ebenfalls nicht stichhältig ist.

Der eine oder der andere der hier angeführten Umstände mag wohl auch Ursache sein, dass Versuche dieser Art, vorzüglich wenn sie an grösseren Stäben auch mit möglichster Vorsicht vorgenommen werden, zu keinem scharfen Ergebnisse führen, sondern dass besonders zu Anfang derselben solche Änderungen des magnetischen Zustandes zum Vorschein kommen, welche den Versuch entweder ganz unbrauchbar machen[1]) oder zu willkürlichen Annahmen nöthigen, wenn man sie erklären, oder dem unmittelbaren Einflusse der Wärme-Änderung zuschreiben will.

Es ist schon an und für sich klar, und Hansteen hat es auch in der angeführten Abhandlung bewiesen, dass der Versuch ein verschiedenes Resultat geben müsse, je nachdem er an einem Stabe, dessen Magnetismus noch in rascher Abnahme begriffen, oder an einem solchen vorgenommen wird, der schon seinen unveränderlichen Zustand nahezu erreicht hat, was jedoch bei den meisten Magneten erst nach mehreren Jahren erfolgt, aber durch wechselweises Eintauchen in kaltes und warmes Wasser, oder durch Kochen in siedendem Öle nach ihrer Härtung beschleunigt werden kann. Aber selbst wenn sie ihren bleibenden magnetischen Zustand erreicht haben, und eine Zeit lang in demselben verharren, dann aber wieder in heisses Wasser gegeben, oder sonst einer plötzlichen Temperatur-Änderung unterworfen werden, erfolgt eine neue Abnahme des Magnetismus, der sich bei Herstellung der früheren Temperatur nicht mehr ersetzt.

II.

Unter diesen Umständen glaubte ich der Wahrheit eben so nahe kommen und die für den vorliegenden Zweck nöthigen Correctionen mit hinreichender Schärfe finden zu können, wenn ich sie aus den Beobachtungen selbst ableitete. Die Monatmittel dieser Beobachtungen sind zwar noch von der Sonnenwirkung abhängig, die sich in der täglichen Periode der horizontalen Intensität ausspricht. Man kann sich aber davon unabhängig machen, wenn man jene Stunden wählt, in welchen die Intensität der mittleren des Tages am nächsten kömmt. Diese Stunden sind nach der Jahreszeit verschieden. In den Sommermonaten, vom April bis September ist es 4^h Nachmittags, im März, October und November 6^h, im December, Jänner, Februar 8^h Abends. Ist θ das Monatmittel der Temperatur im Kasten des Bifilar-Apparates und sind a und b zu bestimmende Coëfficienten, so ist die Correction wegen Wärme, durch welche die Intensität auf die Temperatur $0°$ zurückgeführt wird

$$a\,\theta + b\,\theta^2$$

wo aber der Coëfficient b stets sehr klein sein wird, und nur dort zu berücksichtigen ist, wo es sich um ganz scharfe Bestimmung des Wärmeeinflusses handelt, und dieselbe grossen Änderungen unterliegt. Für den gegenwärtigen Zweck ist das erste Glied der Correction vollkommen hinreichend.

Aus den Untersuchungen, welche Hansteen über die Abnahme des Stabmagnetismus angestellt und in dem früher genannten Werke bekannt gemacht hat, geht hervor, dass jene Stäbe, welche durch Eintauchen in heisses Wasser oder siedendes Öl einer hohen Temperatur ausgesetzt worden sind, einen Theil ihres Magnetismus rasch verlieren, aber dafür schnell einen constanten magneti-

[1]) S. Hansteen: De mutationibus quas subit Momentum virgae magneticae partim ob temporis, partim temperaturae mutationes. Pag. 30. Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereines. 1837, S. 38. Lamont: Handbuch des Erdmagnetismus. S. 126.

schen Zustand erlangen, bei jenen aber, welche lange Zeit brauchen, bis sie diesen Zustand erreichen, geht der Verlust an Magnetismus in einem Verhältnisse vor sich, welches sehr nahe auch das der Zeit ist, so dass man wenig fehlen wird, wenn man im Verlaufe eines Jahres diesen Verlust der Zeit proportional annimmt.

Bei den Stäben, welche in Prag im Gebrauche sind, wurde vor ihrer Anwendung zu den Beobachtungen kein künstlicher Verlust an Magnetismus hervorgebracht, man kann daher das Glied, welches diesen Verlust darstellt, von der Form At annehmen, wo A die Abnahme des Stabmagnetismus in einer gewissen Zeitfrist, z. B. in zehn Tagen, t die seit dem Anfange verflossene Zeit ist, für welchen Anfang die Zeit des ersten Mittels, also der 16·5 Jänner[1]) gewählt wurde, und wo für die Zeiten t zehn Tage als Einheit angenommen sind. Ist dann M, das auf die Temperatur 0° und den ursprünglichen Magnetismus des 16. Jänners zurückgeführte, μ das unreducirte Monatmittel, so gibt jeder Monat mit der bekannten Grösse μ und θ eine Gleichung von der Form

$$\mu + \theta a + tA = M$$

aus welcher die drei Grössen a, A, M, zu suchen sind.

Das Glied tA, enthält nicht nur die Abnahme des Stabmagnetismus sondern auch die seculäre Änderung der horizontalen Intensität in sich, welche beiden Grössen für den gegenwärtigen Zweck nicht geschieden zu werden brauchen. Wollte man eine Scheidung vornehmen, so könnte dies mittelst absoluter Beobachtungen geschehen, welche die Änderungen dieses Elementes von Jahr zu Jahr oder innerhalb kürzeren Zeitfristen anzugeben haben.

Die Gleichungen, welche nach diesem Verfahren zur Bestimmung der Corrections-Grössen verwendet wurden, sind sammt den daraus gefundenen, in Scalentheilen gegebenen Werthen dieser Grössen in der Tafel I enthalten. Setzt man in jeder dieser Gleichungen statt a und A die gefundenen Werthe, und wird dadurch der erste Theil der Gleichung $= m$, so ist $M - m$ der übrigbleibende Fehler in Scalentheilen ausgedrückt. Die Beobachtungen sind bis Ende des Jahres 1845, an einem Bifilar-Apparate mit grossem Magnetstabe angestellt worden, für welchen der Werth eines Scalentheiles:

am 13. Mai	1839	. . .	0·00005304
„ 1. August	1840	. . .	0·00005627
„ 2. August	1841	. . .	0·00005689
„ 1. August	1842	. . .	0.00005759
„ 31. December	1843	. . .	0·00006212

gefunden wurde.

Vom Jahre 1846 an, wurde an einem Apparate mit kleinem Stabe beobachtet, für welchen der Werth eines Scalentheiles:

am 15. Jänner	1846	. . .	0·00009263
„ 12. Februar	1849	. . .	0·00010717

bestimmt worden ist.

---

[1]) Nach den für die Prager Beobachtungen festgesetzten Beobachtungsstunden, fällt die Epoche des Monatmittels auf den 16. Jänner zwischen 2 und 3 Uhr Nachmittags.

Tafel I. Gleichungen zur Berechnung der Correctionen wegen Wärme und Abnahme des Magnetismus.

1840.

Monat	Gleichung	$M - m$
Jänner	592·10 + (0·05) a + (0·00) $A = M$	+ 4·83
Februar	550·63 + (2·34) a + (2·95) $A = M$	+ 13·60
März	564·12 + (2·28) a + (6·00) $A = M$	— 11·88
April	495·64 + (8·48) a + (9·05) $A = M$	— 11·68
Mai	438·37 + (13·06) a + (12·10) $A = M$	— 8·24
Juni	400·42 + (15·46) a + (15·15) $A = M$	— 4·29
Juli	370·94 + (16·34) a + (18·20) $A = M$	+ 4·76
August	342·64 + (17·47) a + (21·30) $A = M$	+ 10·28
Sept.	354·56 + (15·48) a + (24·35) $A = M$	+ 3·65
October	395·27 + (9·35) a + (27·40) $A = M$	+ 5·57
Nov.	419·26 + (7·38) a + (30·45) $A = M$	— 13·56
Dec.	471·36 — (1·80) a + (33·50) $A = M$	+ 4·75

a=9·0130, A=4·1142, M=597·87.

1841.

Monat	Gleichung	$M - m$
Jänner	627·88 — (1·45) a + (0·00) $A = M$	+ 16·24
Februar	634·43 — (2·61) a + (2·95) $A = M$	+ 8·40
März	596·29 + (3·77) a + (5·90) $A = M$	— 15·23
April	547·13 + (9·22) a + (8·95) $A = M$	— 20·75
Mai	461·74 + (16·05) a + (12·00) $A = M$	— 1·12
Juni	452·50 + (15·79) a + (15·05) $A = M$	— 0·73
Juli	430·71 + (17·46) a + (18·10) $A = M$	— 3·29
August	423·26 + (17·19) a + (21·20) $A = M$	— 4·79
Sept.	393·01 + (17·17) a + (24·25) $A = M$	+ 14·70
October	410·50 + (13·07) a + (27·30) $A = M$	+ 19·14
Nov.	459·46 + (7·22) a + (30·35) $A = M$	+ 6·18
Dec.	495·62 + (4·45) a + (33·40) $A = M$	— 18·70

a=8·0245, A=3·5883, M=632·48.

1842.

Monat	Gleichung	$M - m$
Jänner	421·72 — (1·17) a + (0·00) $A = M$	+ 19·48
Februar	417·57 — (1·26) a + (2·95) $A = M$	+ 10·36
März	376·45 + (4·23) a + (5·90) $A = M$	— 16·03
April	332·36 + (7·33) a + (8·95) $A = M$	— 17·40
Mai	243·45 + (14·04) a + (12·00) $A = M$	— 8·05
Juni	210·71 + (16·68) a + (15·05) $A = M$	— 16·43
Juli	170·16 + (18·13) a + (18·10) $A = M$	— 5·76
August	122·15 + (20·36) a + (21·20) $A = M$	+ 4·74
Sept.	108·21 + (17·44) a + (24·25) $A = M$	+ 30·07
October	182·77 + (9·58) a + (27·30) $A = M$	+ 13·55
Nov.	230·23 + (3·59) a + (30·35) $A = M$	+ 6·49
Dec.	255·92 + (2·18) a + (33·40) $A = M$	— 22·07

a=9·4410, A=5·2961, M=431·15.

1843.

Monat	Gleichung	$M - m$
Jänner	— — — — —	—
Februar	— — — — —	—
März	— — — — —	—
April	635·71 + (8·73) a + (0·00) $A = M$	+ 17·67
Mai	598·52 + (12·07) a + (3·05) $A = M$	+ 11·77
Juni	574·55 + (14·45) a + (6·10) $A = M$	+ 2·52
Juli	557·12 + (16·24) a + (9·15) $A = M$	— 7·21
August	536·14 + (17·63) a + (12·25) $A = M$	— 9·39
Sept.	530·23 + (16·27) a + (15·30) $A = M$	+ 0·76
October	580·39 + (10·40) a + (18·35) $A = M$	+ 3·28
Nov.	628·32 + (5·79) a + (21·40) $A = M$	— 5·96
Dec.	645·80 + (4·14) a + (24·45) $A = M$	— 15·19

a=10·2885, A=2·8631, M=743·20.

1844.

Monat	Gleichung	$M - m$
Jänner	540·11 + (0·51) a + (0·00) $A = M$	+ 7·77
Februar	540·89 + (1·27) a + (2·95) $A = M$	— 4·54
März	518·07 + (3·42) a + (6·00) $A = M$	— 4·98
April	461·50 + (8·78) a + (9·05) $A = M$	+ 1·43
Mai	424·81 + (12·44) a + (12·10) $A = M$	+ 2·11
Juni	400·28 + (15·63) a + (15·15) $A = M$	— 5·46
Juli	394·81 + (15·27) a + (18·20) $A = M$	— 2·55
August	383·97 + (15·59) a + (21·30) $A = M$	— 0·04
Sept.	374·59 + (15·12) a + (24·35) $A = M$	+ 7·69
October	411.79 + (10·76) a + (27·40) $A = M$	+ 1·22
Nov.	441·68 + (6·76) a + (30·45) $A = M$	— 1·95
Dec.	493.26 — (0·02) a + (33·50) $A = M$	— 1 68

a=8·3150, A=1·8175, M=552·27.

1845.

Monat	Gleichung	$M - m$
Jänner	494·76 + (0·46) a + (0·00) $A = M$	+ 12·33
Februar	516·74 — (1·72) a + (2·95) $A = M$	+ 2·08
März	494·88 — (0·45) a + (5·90) $A = M$	+ 6·18
April	435·29 + (8·13) a + (8·95) $A = M$	— 14·16
Mai	404·81 + (11·61) a + (12·00) $A = M$	— 20·39
Juni	352·25 + (16·99) a + (15·05) $A = M$	— 20·65
Juli	300·14 + (18·80) a + (18·10) $A = M$	+ 8·90
August	304·77 + (16·97) a + (21·20) $A = M$	+ 12·43
Sept.	302·85 + (15·06) a + (24·25) $A = M$	+ 23·30
October	349·31 + (11·04) a + (27·30) $A = M$	+ 3·69
Nov.	388·57 + (6·53) a + (30·35) $A = M$	— 4·59
Dec.	414·43 + (3·19) a + (33·40) $A = M$	— 9·36

a=8·4770, A=2·3573, M=511·03.

1846.

Monat	Gleichung	$M - m$
Jänner	346·50 + (2·14) a + (0·00) $A = M$	+ 1·02
Februar	320·59 + (3·34) a + (2·95) $A = M$	+ 4·94
März	282·58 + (6·34) a + (5·90) $A = M$	— 2·05
April	236·98 + (9·51) a + (8·95) $A = M$	— 3·75
Mai	193·85 + (12·18) a + (12·00) $A = M$	— 1·79
Juni	130·13 + (16·54) a + (15·05) $A = M$	— 0·52
Juli	100·18 + (18·56) a + (18·10) $A = M$	— 3·41
August	78·27 + (19·27) a + (21·20) $A = M$	+ 2·11
Sept.	106·85 + (15·77) a + (24·25) $A = M$	+ 9·47
October	161·63 + (12·20) a + (27·30) $A = M$	— 6·36
Nov.	241·04 + (5·07) a + (30·35) $A = M$	— 2·84
Dec.	278·78 + (1·08) a + (33·40) $A = M$	+ 2·63

a=12·6530, A=2·3885, M=374·60.

1847.

Monat	Gleichung	$M - m$
Jänner	282·28 — (1·47) a + (0·00) $A = M$	+ 1·13
Februar	246·91 + (1·16) a + (2·95) $A = M$	+ 2·74
März	229·01 + (2·36) a + (5·90) $A = M$	+ 3·15
April	189·49 + (6·08) a + (8·95) $A = M$	— 3·84
Mai	108·46 + (13·28) a + (12·00) $A = M$	— 9·18
Juni	82·28 + (14·67) a + (15·05) $A = M$	— 2·80
Juli	49·52 + (17·13) a + (18·10) $A = M$	— 2·20
August	34·66 + (17·69) a + (21·20) $A = M$	+ 2·29
Sept.	67·02 + (13·39) a + (24·25) $A = M$	+ 15·42
October	132·24 + (8·73) a + (27·30) $A = M$	— 0·29
Nov.	180·31 + (4·93) a + (30·35) $A = M$	— 8·73
Dec.	200·47 + (1·86) a + (33·40) $A = M$	+ 2·40

a=11·4165, A=1·3136, M=267·05.

1848.

Monat	Gleichung	$M - m$
Jänner	349·14 — (2·81) a + (0·00) $A = M$	+ 8·78
Februar	298·89 + (0·73) a + (2·95) $A = M$	+ 14·57
März	275·25 + (5·09) a + (6·00) $A = M$	— 15·99
April	212·91 + (9·85) a + (9.05) $A = M$	— 12·64
Mai	175·14 + (12·54) a + (12·10) $A = M$	— 9·58
Juni	120·63 + (17·01) a + (15·15) $A = M$	— 10·65
Juli	97·10 + (17·18) a + (18·20) $A = M$	+ 7·74
August	83·74 + (17·39) a + (21·30) $A = M$	+ 15·45
Sept.	125·48 + (13·94) a + (24·35) $A = M$	+ 11·06
October	173·07 + (10·89) a + (27·40) $A = M$	— 3·88
Nov.	229·33 + (4·69) a + (30·45) $A = M$	+ 9·49
Dec.	271·33 + (2·89) a + (33·50) $A = M$	— 14·53

a=11·7330, A=1·0255, M=325·03.

1849.

Monat	Gleichung	$M - m$
Jänner	232·00 + (2·91) a + (0·00) $A = M$	+ 4·28
Februar	228·43 + (2·92) a + (2·95) $A = M$	+ 6·81
März	222·34 + (3·66) a + (5·90) $A = M$	+ 2·78
April	191·57 + (6·95) a + (8·95) $A = M$	— 6·87
Mai	130·54 + (12·21) a + (12·00) $A = M$	— 9·86
Juni	73·10 + (16·52) a + (15·05) $A = M$	— 5·06
Juli	58·27 + (16·60) a + (18·10) $A = M$	+ 7·46
August	60·38 + (16·17) a + (21·20) $A = M$	+ 9·12
Sept.	83·75 + (13·72) a + (24·25) $A = M$	+ 13·48
October	136·67 + (9·61) a + (27·30) $A = M$	+ 8·26
Nov.	193·84 + (4·83) a + (30·35) $A = M$	+ 6·41
Dec.	245·05 + (0·85) a + (33·40) $A = M$	+ 1·19

a=11·8785, A=0·6483, M=271·30.

III.

Von den aus obigen Gleichungen abgeleiteten Werthen von a wurden zur Correction aller Beobachtungen für den ersten Apparat das Mittel der beiden letzten Jahre 1844 und 1845, also der Werth

$$a = 8{\cdot}3960$$

verwendet, weil in den ersten Jahren die Abnahme des Magnetismus noch zu rasch war, und weil in den Jahren 1840, 1841 und 1842 die Reihe der Beobachtungen im August unterbrochen wurde durch die Bestimmung des Werthes eines Scalentheiles, im März 1843 aber durch den Versuch, den Wärme-Coëfficienten durch Eintauchen des Stabes in kaltes und warmes Wasser zu bestimmen, weswegen in diesem Jahre die ersten drei Monate nicht zur Rechnung verwendet werden konnten. Dieser Versuch gab den Wärme-Coëfficienten:

bei wachsender Temperatur $a = 11{\cdot}35$ Scalentheile
„ abnehmender „ $a = 10{\cdot}20$ „ (S. Prag. Beob. 4. Bd., S. III.)

Die Rechnung gab, wie man aus Tafel I sieht:

$$a = 10{\cdot}29.$$

Beim zweiten Apparate wurden die Beobachtungen mit dem Mittelwerthe aus den Jahren 1847, 1848 und 1849, also mit:

$$a = 11{\cdot}676$$

corrigirt.

Zur Correction wegen Abnahme des Magnetismus wurden für jedes Jahr die für dasselbe gefundenen Grössen verwendet, hiebei jedoch auf die verschiedenen Beobachtungsstunden keine Rücksicht genommen, sondern vorausgesetzt, dass der Magnetismus des Stabes, abgesehen von der Temperatur-Änderung, den Tag über unverändert geblieben sei.

Diese Voraussetzung ist zwar, strenge genommen, nicht richtig, da man annehmen muss, dass bei jedem Stabe der Verlust an Magnetismus continuirlich vor sich gehe. Dieser Verlust ist aber, wenn es sich nur um den Zeitraum von einigen Stunden handelt, ganz unbeträchtlich selbst in der ersten Zeit nach der Magnetisirung des Stabes. So z. B. gibt die Tafel I, für das erste Jahr der Beobachtungsreihe (1840) den Verlust an Magnetismus für 12 Stunden, also den grösstmöglichsten Fehler $\frac{A}{20} = 0{\cdot}206$ in Scalentheilen oder $= 0{\cdot}00001$ in Theilen der Intensität, und eben so gross ist er im ersten Jahre der Beobachtungen mit dem zweiten Apparate, nämlich im Jahre 1846. Da sich diese Fehler überdies nach den Stundenwinkeln des Mondes noch verschieden vertheilen, und sich daher im Verlaufe der Mondperiode sehr nahe ganz aufheben werden, so kann man über ihren schädlichen Einfluss völlig ruhig sein.

IV.

Die übrigbleibenden Fehler sind noch einer kurzen Betrachtung werth.

Wenn man die Mittel derselben für jeden Apparat abgesondert nimmt, so erhält man mit Ausschluss des Jahres 1843, wo der magnetische Zustand des Stabes durch den früher erwähnten Versuch auf längere Zeit gestört wurde, folgende Zahlen:

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
für Apparat I. (J. 1840 – 45)	+12·13	+5·98	−8·39	−12·51	−7·14	−9·51	+0·41	+5·52	+15·88	+8·63	−1·49	−9·41
„ „ II. (J. 1846 – 49)	+ 3·80	+7·27	−3.03	− 6·78	−7·60	−4·76	+2·42	+7·24	+12·36	−0·57	+1·08	−2·08

Es muss bemerkt werden, dass beide Apparate in von einander entlegenen Theilen des Gebäudes, also unter ganz verschiedenen Umgebungen aufgestellt waren, dass also der in diesen Zahlen ersichtliche Gang schon aus diesem Grunde nicht dem Einflusse der Umgebung zugeschrieben werden kann. Vielmehr scheint er auf eine jährliche Gleichung hinzudeuten von der Form

$$m \cos (N + n),$$

wo m und n constante Grössen und N die Anomalie der Sonne darstellen. Für die gegenwärtige Untersuchung aber ist dies von keinem Belange.

V.

Die Correction wegen der seculären Änderung der magnetischen Horizontalkraft wurde hier ausser Acht gelassen, denn die Beobachtungen deuten dieselbe als gering und unregelmässig an. Es scheint in der Periode, welche die untersuchten Beobachtungsreihen umfassen, ein Minimum eingetreten zu sein, von welchem sich die Kraft jetzt wieder zu höheren Werthen erhebt. Die über dieses Element im Schlossgarten auf dem Hradschin in Prag, wo sich die eisenfreie Hütte befindet, ausgeführten Beobachtungen, wozu immer derselbe Apparat verwendet wurde, geben folgende Zahlen:

Im Jahre	1843·6	horizontale	Intensität	=	1·88119
„ „	1844·7	„	„	=	1·87254
„ „	1845·7	„	„	=	1·87808
„ „	1846·8	„	„	=	1·87830
„ „	1847·2	„	„	=	1·87843
„ „	1848·3	„	„	=	1·88050
„ „	1849·3	„	„	=	1·88659
„ „	1850·4	„	„	=	1·89071

Nach diesen Zahlen wäre die grösste im Verlaufe eines Jahres wahrgenommene Änderung = 0·00865, deren 12ter Theil oder 0·00072 in eine Mondperiode unter Annahme einer der Zeit proportionalen Änderung zu vertheilen wäre. Die obigen Zahlen selbst aber erregen einen gerechten Zweifel gegen die Giltigkeit einer solchen Annahme, lassen auch durchaus kein anderes Gesetz erkennen, nach welchem die Vertheilung eingerichtet werden könnte. Wollte man auch das Ergebniss des Jahres 1844 als ein eingetretenes Minimum der Kraft ansehen, so fehlen die vorhergehenden Glieder der Reihe, um diese Voraussetzung einem darnach auszuführenden Interpolations-Verfahren zu Grunde zu legen. Ferner ist man über die jährliche Gleichung, die bei den Änderungen dieser Kraft Statt finden kann, noch zu sehr in Ungewissheit. Endlich haben kleine, in so lange Perioden eingeschlossene Änderungen auf die vorliegende Untersuchung überhaupt einen untergeordneten Einfluss, weil es sich hier um viel kürzere Perioden handelt, nämlich um die eines Mondentages oder höchstens eines Mondenumlaufes, jene Änderungen aber nur einen Einfluss hervorbringen können, der sich schon im Verlaufe eines Jahres, um so mehr in einem zehnjährigen Cyklus bis auf ganz unmerkliche Grössen aufhebt.

VI.

Die einzelnen Beobachtungszahlen wurden wegen Temperatur-Änderung und Abnahme des Stabmagnetismus (nach III) corrigirt, und hierauf mit ihnen so verfahren, wie es in Nr. IV, der Abhandlung „Über den Einfluss des Mondes auf die magnetische Declination" angegeben ist, daher hier eine genaue Erörterung dieses Verfahrens unterlassen werden kann. Um die Störungen, welche

besonders in den ersten Jahren der untersuchten Periode heftig waren, in den späteren aber auf eine auffallende Weise seltener und schwächer geworden sind, auszumärzen, wurden sowohl aus den Monatmitteln, wie auch aus den in Untersuchung genommenen Beobachtungszahlen folgende Tage ganz weggelassen:

Im Jahre	1840	Jänner	4., 5., 17., 18., 19.
„ „	„	Februar	6., 7., 9., 15., 18., 21., 27.
„ „	„	März	13., 21., 23., 27., 29.
„ „	„	April	1., 2., 5., 10., 21., 22., 30.
„ „	„	Mai	28., 29., 30.
„ „	„	Juni	15., 19., 27.
„ „	„	Juli	6., 9., 17., 18., 19.
„ „	„	August	8., 19., 23., 24., 25.
„ „	„	September	21., 22., 23., 25., 30.
„ „	„	October	18., 20., 21.
„ „	„	November	6., 9., 15., 16.
„ „	„	December	13., 20., 21.
„ „	1841	Jänner	3., 13., 14., 19., 25., 26., 31.
„ „	„	Februar	7., 16., 26.
„ „	„	März	15., 16., 22., 23.
„ „	„	April	20., 21.
„ „	„	Mai	10., 21.
„ „	„	Juni	9., 13., 25.
„ „	„	Juli	4., 24.
„ „	„	August	6., 15., 29.
„ „	„	September	1., 12., 25., 26., 27., 28.
„ „	„	October	6., 21., 25.
„ „	„	November	4., 5., 19., 20.
„ „	„	December	8., 19., 30.
„ „	1842	Jänner	1., 18.
„ „	„	Februar	7., 17., 19., 24.
„ „	„	März	5., 16., 27.
„ „	„	April	11., 12., 13., 15.
„ „	„	Mai	16., 17., 26.
„ „	„	Juni	4., 23., 24.
„ „	„	Juli	2., 3., 4., 9.
„ „	„	August	6., 19.
„ „	„	September	20., 23., 29.
„ „	„	October	8., 23., 27.
„ „	„	November	10., 22.
„ „	„	December	9., 18.
„ „	1843	Jänner	2., 28.
„ „	„	Februar	24.
„ „	„	März	7., 29.
„ „	„	April	12.,
„ „	„	Juli	10., 24., 25.

Im Jahre 1843 September 1.
„ „ „ October 26.
„ „ 1844 März 7.
„ „ „ April 2., 3., 17., 26.
„ „ „ September 20., 26.
„ „ „ October 21., 26.
„ „ „ November 16., 17.
„ „ „ December 4., 29.
„ „ 1845 Februar 25., 26.
„ „ „ März 20.
„ „ „ September 8., 24., 25.
„ „ „ November 28.
„ „ „ December 3.

Die Tafel II enthält die Monatmittel der corrigirten Intensität, in denen die angeführten Störungstage ausgeschlossen wurden.

Tafel II. Monatmittel der corrigirten Intensität.

(Mit Ausschluss der Störungstage.)

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	October	Nov.	Dec.
1840												
12h	—	—	—	—	609·32	602·45	593·88	746·98	761·79	760·67	766·70	761·90
14	—	—	—	—	610·50	601·80	594·47	754·31	759·02	764·09	771·65	764·21
16	598·46	—	—	—	608·43	598·43	592·26	747·38	760.93	756·00	776·07	766·70
17	600·43	598·54	614·15	621·39	—	—	—	—	—	—	—	—
18	602·24	600·96	616·12	619·44	597·01	592·12	583·85	733·25	754·87	764·10	775·83	772·34
19	604·25	603·39	613·44	609·06	589·72	583·95	577·73	—	—	—	—	—
20	600·76	599·05	605·52	596·30	580·72	575·95	566·81	717·05	735·04	751·52	769·95	772·37
21	592·24	590·37	594·47	583·18	577·38	574·82	556·80	—	—	—	—	—
22	587·62	584·61	585·59	579·37	576·92	571·91	551·50	707·81	716·66	730·90	758·92	759·29
23	580·01	575·87	583·34	578·63	584·83	575·36	551·44	—	—	—	—	—
Mittag	578·01	577·90	588·15	584·23	588·62	578·73	558·18	714·33	730·18	734·12	757·92	750·60
1	581·42	576·34	595·12	593·81	594·26	585·08	565·10	721·76	738·76	734·55	759·17	750·47
2	582·85	580·95	600·11	600·63	596·45	589·73	573·71	729·70	747·26	738·71	759·65	752·84
3	587·16	582·15	603·02	605·44	599·19	595·13	583·20	—	—	—	—	—
4	588·61	586·46	604·30	606·44	597·95	596·33	586·96	738·66	747·80	738·62	760·42	754·07
5	591·99	588·34	605·92	612·65	601·38	594·42	588·00	—	—	—	—	—
6	591·15	590·09	607·84	616·35	606·23	602·91	588·81	747·71	755·77	747·27	766·81	756·05
7	593·16	595·04	612·04	621·87	609·86	606·12	594·54	—	—	—	—	—
8	595·77	596·64	612·21	622·03	610·67	609.69	599·49	755·80	762·01	756·12	770·89	759·34
9	596·20	596·77	612·72	621·68	614·19	607·40	598·09	—	—	—	—	—
10	595·96	599·09	616·48	621·47	614·56	607·92	597·87	755·45	762·92	761·27	775·86	761·20
11	595·04	601·43	616·30	622·68	613·29	606·30	596·04	—	—	—	—	—
1841												
12h	614·23	627·14	653·34	668·76	—	—	—	—	—	—	—	—
14	615·10	628·17	657·17	669·83	—	—	—	—	—	—	—	—
16	621·12	629·12	655·00	663·72	—	—	—	—	—	—	—	—
18	624·38	632·32	655·78	666·46	635·11	631·42	639.89	504·41	510·43	502·46	514·98	539·03
20	622·75	632·37	642·61	656·39	625·47	614·40	623·88	483·77	492·13	480·55	515·18	538·73
22	610·47	619·36	636·08	636·43	620·86	607·85	614·08	478·02	474·95	468·93	501·72	532·47
Mittag	605·67	615·67	635·32	638·27	630·98	619·85	622·20	494·81	487·35	476·96	499·13	531·22
1	607·32	615·68	641·59	645·85	635·87	627·28	626·14	502·98	495·29	482·52	500·23	530·12
2	616·11	614·97	645·27	650·45	636·14	634·06	634·53	507·02	501·13	481·64	495·92	524·56
4	613·28	613·55	644·29	657·94	639·38	636·83	643·29	513·10	499·91	484·21	499·17	527·44
6	613·23	622·05	652·47	665·83	644·35	645·38	646·87	519·05	505·24	488·71	504·44	525·99
8	617·74	623·15	655·22	667·54	647·15	647·46	653·27	524·25	511·55	493·70	503·10	527·35
10	618·62	630·78	656·87	667·33	647·91	648·19	652·12	523·27	513·50	501·86	503·02	527·41

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	October	Nov.	Dec.
1842												
18h	419·96	431·81	448·00	442·98	424·20	413·74	412·80	646·57	630·53	659·21	673·54	701·05
20	419·29	429·31	437·19	429·50	409·93	396·67	392·88	634·24	614·45	648·44	669·42	699·08
22	410·49	418·45	426·03	416·82	406·92	393·73	388·50	628·19	608·19	633·86	658·53	690·89
Mittag	414·31	416·81	433·03	427·43	412·39	406·73	396·55	635·39	619·83	638·27	657·52	690·13
1	415·91	419·66	440·16	437·64	424·51	415·87	404·67	642·63	626·01	641·42	658·23	692·64
2	416·94	420·42	438·44	443·26	428·24	423·67	411·66	642·38	626·78	642·78	658·16	693·09
4	411·65	413·95	438·85	444·59	428·26	429·68	419·78	645·06	626·31	642·18	659·23	694·36
6	412·79	420·95	442·75	444·02	431·14	431·26	421·87	650·19	627·31	650·47	664·76	695·85
8	415·24	425·35	445·73	449·78	430·60	428·07	427·32	659·06	635·08	654·22	667·27	694·42
10	412·54	422·26	445·47	444·31	429·19	427·25	427·77	663·43	635·80	659·26	666·95	695·26
1843												
18h	533·91	543·70	524·37	739·30	724·73	733·74	737·20	742·63	742·86	751·41	767·61	785·78
20	533·94	544·40	519·23	732·01	711·37	719·16	724·69	724·56	730·04	729·08	762·56	784·76
22	522·44	538·66	506·47	719·61	710·90	708·10	717·98	716·48	719·33	726·76	756·61	774·43
Mittag	518·46	535·31	512·52	728·75	721·44	719·33	724·67	732·14	722·71	734·84	759·71	777·20
1	521·55	537·57	517·22	735·53	728·77	730·98	731·23	739·63	729·21	729·15	761·60	776·72
2	524·05	536·91	519·56	736·05	734·69	735·78	738·19	741·48	736·64	741·13	761·19	773·88
4	528·49	537·16	520·66	736·89	733·65	739·36	746·19	746·67	739·06	740·66	757·30	773·04
6	527·63	538·38	521·81	738·31	738·40	741·52	749·11	747·73	740·14	747·99	764·52	775·66
8	527·90	541·88	527·56	742·12	740·61	746·60	750·77	753·85	747·86	751·17	762·63	775·43
10	527·14	543·87	527·49	741·98	736·26	747·20	750·82	752·28	750·80	750·45	761·48	775·87
1844												
18h	554·47	560·39	553·53	548·99	546·02	550·70	545·72	539·22	547·60	556·22	562·87	566·12
20	550·28	556·54	550·55	543·22	535·98	541·35	536·38	526·17	531·10	542·92	559·53	566·52
22	545·23	554·26	541·20	538·58	535·05	537·26	529·61	525·20	527·84	534·90	553·34	560·98
Mittag	548·03	555·97	548·72	548·68	544·60	545·41	541·26	542·44	542·96	544·53	552·82	562·77
1	549·53	558·23	553·95	554·81	549·77	552·38	550·44	546·25	549·36	549·24	557·32	562·26
2	549·10	559·88	555·90	555·44	551·18	555·64	555·50	551·17	553·03	550·96	556·00	557·57
4	543·40	552·30	554·81	555·43	551·49	557·38	555·95	553·84	547·47	548·36	555·11	557·62
6	547·35	551·82	556·25	559·96	555·14	558·68	557·31	551·69	551·05	552·95	557·12	556·77
8	544·21	556·61	562·74	563·31	560·88	562·82	563·44	557·82	559·54	553·45	560·42	557·60
10	547·86	559·91	561·95	567·75	556·95	561·52	559·12	556·94	558·31	555·48	561·50	559·31
1845												
18h	505·89	514·25	507·61	519·09	515·06	514·86	488·95	492·41	492·48	512·44	522·36	531·46
20	507·29	512·13	501·54	504·98	503·36	499·50	477·55	473·79	473·79	500·70	517·86	532·04
22	505·12	503·56	490·88	494·72	507·07	497·78	473·20	472·64	470·36	490·50	505·65	524·31
Mittag	504·14	511·55	504·10	507·84	518·19	515·59	485·27	487·90	483·84	498·21	509·99	520·12
1	506·05	513·33	509·91	515·15	523·06	524·26	490·90	494·14	488·67	500·52	512·18	518·89
2	503·29	511·10	508·11	520·49	527·01	526·90	497·13	499·13	489·06	501·78	510·68	519·20
4	496·87	506·05	508·74	523·58	523·06	530·34	500·76	497·27	487·40	499·32	510·55	518·59
6	498·83	503·99	507·28	523·79	530·15	526·45	497·16	496·60	493·51	506·17	514·68	523·17
8	498·04	510·06	510·83	530·27	534·55	530·00	499·25	504·25	494·93	509·57	513·29	524·03
10	501·27	512·91	518·13	532·17	533·70	528·15	498·35	500·24	494·87	517·60	516·13	526·02
1846												
18h	177·32	166·93	173·65	170·96	360·39	354·44	354·79	349·45	349·35	371·08	375·92	374·04
20	174·26	163·46	169·72	167·00	353·44	344·76	344·14	337·84	348·14	364·23	372·16	371·88
22	169·94	158·25	162·99	157·04	346·67	340·73	339·16	334·77	333·73	355·76	363·81	366·41
Mittag	171·51	160·14	164·35	157·99	352·27	348·24	343·69	341·47	340·10	358·79	365·91	368·12
1	175·05	162·23	164·92	161·21	355·15	351·22	348·39	346·09	342·75	359·72	367·95	366·59
2	173·40	163·69	166·85	163·85	360·35	354·54	352·59	348·77	346·61	361·60	370·15	366·81
4	170·66	161·65	170·19	171·04	365·02	359·68	359·50	354·83	352·35	363·69	370·47	368·34
6	172·17	163·52	172·08	173·16	366·95	363·40	361·44	358·14	352·49	369·43	373·73	369·42
8	173·49	167·02	174·65	174·82	368·76	364·59	362·64	358·97	355·99	373·02	373·19	371·06
10	177·99	167·25	175·71	174·20	365·83	362·79	364·51	360·97	355·87	373·51	376·59	371·40
1847												
18h	269·34	264·87	265·67	271·67	278·30	268·63	269·28	266·58	258·51	275·26	280·24	284·78
20	268·42	261·65	260·54	264·91	262·36	261·52	256·80	257·48	247·06	259·88	275·01	277·68
22	256·35	256·67	254·17	253·79	261·49	258·28	255·38	254·20	240·40	248·85	264·30	276·51
Mittag	264·34	257·54	255·27	260·40	268·77	262·01	260·26	260·39	249·29	251·52	265·04	279·16
1	264·45	260·55	258·44	265·04	271·13	265·61	265·25	262·68	251·65	256·39	266·08	277·59
2	263·53	261·04	260·46	267·55	273·62	268·15	268·61	264·95	254·18	260·19	267·48	277·39
4	261·95	258·41	263·32	272·09	280·11	272·48	273·29	269·01	254·81	261·51	271·97	277·11
6	264·92	259·81	264·05	275·22	280·73	276·24	276·88	270·40	261·25	270·41	277·53	280·99
8	264·67	262·37	265·72	277·63	285·02	277·14	277·18	276·03	263·82	274·56	277·59	281·31
10	264·01	262·31	266·76	275·19	283·79	276·74	279·09	272·07	264·95	272·29	279·33	281·96

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	October	Nov.	Dec.
1848												
18^h	222·37	211·48	243·36	241·12	230·68	229·80	311·03	305·26	314·63	332·07	329·31	344·94
20	210·61	203·45	234·33	228·07	220·37	220·07	298·88	291·93	302·39	322·04	328·24	342·31
22	209·20	193·26	225·20	221·00	217·26	215·23	289·97	287·53	292·82	312·30	320·87	332·35
Mittag	208·19	192·40	225·53	222·74	223·62	222·45	296·59	292·42	299·42	313·72	321·40	330·20
1	209·51	191·92	229·92	226·30	225·66	226·11	299·58	298·55	307·48	320·61	321·13	333·47
2	210·81	196·74	236·80	230·11	230·01	230·13	310·99	302·44	308·39	320·88	324·88	334·55
4	211·84	201·68	237·50	237·21	233·78	235·44	316·22	308·75	312·25	322·66	325·11	334·93
6	217·40	209·46	240·83	243·07	238·87	236·51	319·35	310·24	318·49	328·23	327·35	336·99
8	216·14	210·03	245·68	243·15	241·46	239·05	322·05	314·20	321·56	332·89	329·94	339·61
10	217·24	211·26	245·67	242·59	239·59	237·41	318·19	312·88	321·97	332·67	325·30	341·57
1849												
18^h	279·28	269·78	272·09	281·86	280·12	270·55	258·67	258·96	261·64	269·88	274·23	280·66
20	276·02	265·81	263·42	269·09	268·95	261·82	248·73	248·58	250·20	262·33	268·02	277·46
22	262·93	255·08	251·79	257·48	266·86	257·57	244·98	247·87	244·26	254·21	262·65	272·48
Mittag	263·29	249·76	253·09	262·55	272·25	264·30	250·46	253·78	251·17	256·21	263·02	272·97
1	266·87	253·27	257·36	266·42	274·49	265·59	254·85	256·81	255·51	258·64	263·30	273·75
2	269·50	258·45	261·72	270·72	276·70	270·12	258·01	259·43	259·04	261·12	263·03	274·04
4	271·65	262·77	265·78	278·45	281·03	275·71	263·83	263·19	259·71	262·47	264·70	273·26
6	274·54	264·11	268·87	281·06	286·29	276·96	265·20	265·21	262·22	266·44	269·95	276·46
8	276·33	264·50	272·48	284·80	287·06	278·91	267·46	266·53	264·86	272·42	272·28	276·61
10	276·82	265·51	274·20	283·72	285·69	278·19	266·91	268·19	267·07	272·82	273·57	278·43

VII.

Die Monatmittel wurden beim ersten Apparate, nämlich bis einschlüssig zum Jahre 1845 um 20, in den folgenden Jahren um 10 Scalentheile vermindert, und dann von den einzelnen derselben Stunde zugehörigen Beobachtungszahlen abgezogen. Da die Beobachtungszahlen in manchen Monaten besonders starke Änderungen zeigten, wodurch ein Wegfallen zu vieler Beobachtungen hervorgebracht worden wäre, so wurden dort nicht die Monat- sondern die fünf- oder sechstägigen Mittel als Abzugszahlen benützt. Es sind dies die Monate März und December 1843, Jänner und December 1849. Von den hierdurch entstandenen Resten wurden jene, als von Störungen beeinträchtigt, weggelassen, welche negativ oder grösser als 20 Scalentheile (beim ersten Apparate), oder als 10 Scalentheile (beim zweiten Apparate) waren, die übrigen nach den Stundenwinkeln des Mondes in Tafeln geordnet, gleich der Tafel II, der früher angeführten Abhandlung „Über den Einfluss des Mondes auf die magnetische Declination" und für jeden Stundenwinkel die Monatmittel (M) genommen. Diese Mittel sind in der folgenden Tafel III, enthalten.

Um aber nicht mit so grossen Zahlen weiter rechnen zu müssen, wurden, da es sich hier ohnehin nur um die relativen Zahlenwerthe handelt, in jedem Monate die kleinste Zahl von allen übrigen abgezogen und dadurch die Grössen M auf ihre kleinsten Werthe gebracht, welche in Tafel IV, zusammengestellt sind.

Da ferner allen diesen Zahlen ein verschiedenes Mass zu Grunde liegt, indem sie nur Scalentheile ausdrücken, deren Werth auch bei demselben Apparate wegen der Änderung des Stabmagnetismus in verschiedenen Zeiten verschieden gefunden wird, so musste man sie, um sie vergleichbar zu machen, auf ein gemeinschaftliches Mass zurückführen, oder sie in Theilen der horizontalen Intensität ausdrücken. Hierzu wurden nach II, folgende Werthe eines Scalentheiles benützt:

für 1840 Werth eines Scalentheiles = 0·00005627
„ 1841 „ „ „ = 0·00005689
„ 1842 „ „ „ = 0·00005759
„ 1843 „ „ „ = 0·00006056

für 1844	Werth	eines	Scalentheiles	=	0·00006199
„ 1845	„	„	„	=	0·00006342
„ 1846	„	„	„	=	0·00009505
„ 1847	„	„	„	=	0·00009990
„ 1848	„	„	„	=	0·00010475
„ 1849	„	„	„	=	0·00010959

Dadurch entstand die Tafel V, welche die Zahlen der Tafel IV, jede mit dem ihr zukommenden Werthe eines Scalentheiles, oder eigentlich, um die vielen Nullen zu vermeiden, mit dem 10000fachen Werthe desselben multiplicirt enthält.

Tafel III. Monat-

	Östliche Stundenwinkel											
	12ʰ—11ʰ	11ʰ—10ʰ	10ʰ—9ʰ	9ʰ—8ʰ	8ʰ—7ʰ	7ʰ—6ʰ	6ʰ—5ʰ	5ʰ—4ʰ	4ʰ—3ʰ	3ʰ—2ʰ	2ʰ—1ʰ	1ʰ—0ʰ
1840												
Jänner	21·22	23·73	24·89	22·65	21·33	20·74	17·23	20·96	22·93	21·92	18·12	17·65
Februar	25·00	22·69	19.78	24·01	22·28	20·77	19·54	20·81	15·96	20·08	19·79	19·30
März	22·71	19·21	20·22	25·38	23·75	22·26	22·30	24·78	25·46	21·91	21·02	21·29
April	22·82	23·02	22·19	22·97	23·87	19·04	19·42	23·02	21·46	21·15	18·84	23·77
Mai	18·59	23·28	24·12	24·12	22·85	22·33	24·79	23·72	23·22	21·38	21·09	21·92
Juni	23·53	22·07	23·25	24·00	19·33	19·61	19·83	19·92	16·31	16·98	21·40	21·49
Juli	19·60	19·90	17·84	21·74	21·55	21·42	20·14	17·77	20·42	19·85	20·82	21·10
August	25·30	30·00	26·10	22·74	25·45	25·69	21·47	27·68	23·00	20·53	21·60	24·86
September	25·44	17·59	20·55	20·19	24·24	23·24	18·08	19·04	20·74	19·67	22·13	18·53
October	26·08	20·38	22·80	22·34	23·93	20·27	22·00	19·03	23·81	20·08	23·38	23·60
November	19·78	15·78	18·89	16·15	21.37	21·76	22·09	23·01	26·21	19·19	27·52	21·10
December	13·93	24·83	22·67	26·13	20·76	24·09	24·29	20·99	22·58	14·10	21·47	22·06
1841												
Jänner	18·49	14·36	19·63	21·08	20·58	14·95	21·03	20·90	18·77	20·30	18·61	21·45
Februar	26·71	22·65	25·69	19·35	22·82	20·51	19·14	20·84	19·61	20·46	20·45	25·89
März	21·99	21·84	24·23	21·48	22·38	13·72	20·34	19·01	20·93	19·31	15·65	18·97
April	15·02	17·49	19·07	22·04	21·37	22·74	18·53	21·28	17·86	20·28	18·34	17·62
Mai	21·33	23·85	20·05	22·59	22·60	24·05	20·26	21·60	13·77	14·23	13·28	18·47
Juni	20·58	20·81	21·24	23·15	19·01	21·80	19·80	19·71	18·22	15·99	18·30	25·06
Juli	19·34	16·84	25·48	21·74	21·85	22·29	22·47	16·71	16·40	18·97	19·42	22·68
August	16·98	27·99	16·82	26·22	18·96	19·57	15·70	18·55	13·22	18·67	19·62	16·47
September	29·49	24·83	20·23	27·66	28·76	33·84	26·14	16·27	25·41	13·47	21·58	16·51
October	23·38	24·40	23·17	26·30	24·80	27·46	23·56	24·28	22·99	20·55	20·89	18·13
November	20·37	19·51	18·64	26·61	30·99	19·01	24·47	22·70	22·66	20·06	26·39	22·41
December	27·51	19·54	23·89	20·95	23·87	19·43	26·09	20·65	21·40	23·15	21·78	17·75
1842												
Jänner	23·36	22·71	18·21	18·67	18·96	17·22	21·32	19·76	19·74	22·63	23·74	23·33
Februar	18·01	20·23	21·07	23·17	25·26	25·79	28·71	22·22	28·75	21·91	24·20	19·56
März	20·35	18·47	17·68	19·98	21·20	18·92	16·29	20·61	21·73	22·89	18·00	23·59
April	15·73	21·12	17·72	20·39	15·33	15·56	11·63	14·10	14·29	16·35	23·56	17·10
Mai	16·70	28·64	20·66	23·60	22·15	19·05	14·85	13·93	15·57	16·89	21·67	20·78
Juni	19·84	19·94	22·92	27·17	29·93	24·75	22·89	16·23	18·04	24·65	17·43	18·46
Juli	26·20	24·23	19·22	25·18	21·31	22·86	20·59	19·42	19·74	17·58	14·56	23·04
August	20·55	18·50	18·32	15·11	22·01	17·97	23·47	21·09	23·64	17·57	23·06	20·88
September	19·44	26·14	22·79	25·62	20·88	18·70	18·04	13·29	13·68	20·50	15·57	15·06
October	16·64	21·14	23·07	23·22	22·03	25·03	18·99	17·58	19·76	23·58	17·76	23·68
November	22·10	23·02	23·29	19·20	21·10	21·04	13·25	16·18	17·64	18·26	19·67	17·99
December	20·99	22·28	22·67	20·26	21·08	18·27	17·06	17·62	18·03	16·19	17·41	22·24
1843												
Jänner	19·29	20·66	19·16	17·53	16·89	19·29	18·83	22·08	24·09	23·43	22·08	17·61
Februar	23.78	22·78	17·84	21·10	16·60	17·15	16·67	17·87	15·56	17·27	17·75	20·29
März	16·64	21·95	21·53	17·81	20·20	24·69	17·77	19·91	17·33	20·16	16·49	22·05
April	19·94	20·89	20·66	20·89	21·98	26·27	24·40	15·91	17·71	21·68	23·82	20·57
Mai	19·84	16·83	18·29	9·91	24·09	21·86	15·81	21·90	20·58	22·49	24·51	21·28
Juni	24·19	19·60	20·89	18·66	20·17	19·01	18·80	21·58	14·79	19·57	20·54	22·00
Juli	22·67	17·69	23·71	22·35	22·47	22·31	18·74	19·10	17·64	14·20	17·70	20·45
August	15·83	19·46	20·04	20·84	17·97	21·71	19·98	20·18	16·02	19·01	19·85	17·79
September	19·43	21·52	20·09	25·52	21·47	21·54	20·67	16·64	19·11	13·82	20·83	20·13
October	17·76	18·56	16·45	20·21	17·82	21·68	21·46	19·83	18·46	19·75	18·88	18·71
November	15·28	20·54	16·43	21·83	16·05	25·88	16·82	24·28	22·32	21·28	23·93	20·47
December	19·03	20·95	18·45	19·17	18·29	16·72	19·21	20·58	19·10	19·63	11·96	21·99
1844												
Jänner	19·29	21·10	19.44	20·51	18·25	21·40	23·51	21·16	22·07	22·40	22·38	20·80
Februar	15·88	16·53	17·50	16·27	17·85	17·51	21·22	23·17	21·11	28·51	21·97	23·82
März	17·04	21·21	17·44	20·71	21·91	21·44	21·14	22·37	26·25	25·54	24·67	24·41
April	17·15	27·58	20·51	24·27	17·41	20·04	16·33	17·52	18·52	14·48	20·61	16·92
Mai	16·81	15·48	19·27	19·93	19·53	19·30	19·22	20·22	21·64	20·08	19·65	22·62
Juni	23·68	22·24	21·72	19·80	19·88	16·46	16·27	16·43	16·84	15·79	20·41	17·66
Juli	18·82	20·60	22·66	21·01	16·71	22·01	17·36	21·55	19·84	17·79	17·96	20·99
August	18·04	22·53	19·83	18·64	20·86	18·74	19·79	23·49	20·73	20·55	20·15	25·11
September	21·19	18·57	22·78	19·46	21·95	18·37	17·95	17·91	16·28	13·16	21·10	21·95
October	19·20	21·56	19·79	17·02	21·46	17·17	20·10	27·16	19·96	19·64	22·18	23·46
November	20·25	21·30	20·68	17·73	17·62	17·96	18·72	21·07	21·52	26·81	25·53	23·48
December	23·89	24·80	21·82	23·39	22·86	22·43	20·75	19·37	19·33	20·65	21·14	19·16

Mittel der Reste (M)

	Westliche Stundenwinkel											
	0^h—1^h	1^h—2^h	2^h—3^h	3^h—4^h	4^h—5^h	5^h—6^h	6^h—7^h	7^h—8^h	8^h—9^h	9^h—10^h	10^h—11^h	11^h—12^h
1840												
Jänner	16·79	16·38	15·24	14·05	18·98	21·78	17·90	23·04	21·69	20·16	21·15	22·51
Februar	18·28	18·23	19·36	22·37	22·77	25·30	27·22	28·08	26·12	24·72	24·77	23·51
März	22·71	19·21	20·22	25·38	23·75	22·26	22·30	24·78	25·46	21·91	21·02	21·29
April	22·82	23·02	23·19	22·97	23·87	19·04	19·42	23·02	21·46	21·15	18·84	23·77
Mai	20·57	19·80	20·82	20·23	18·82	18·35	17·62	17·08	19·27	16·75	17·89	20·30
Juni	18·90	19·93	16·63	18·50	19·38	16·85	17·20	18·67	15·93	19·98	20·19	23·59
Juli	20·01	20·16	20·54	19·24	18·78	21·24	20·88	21·45	20·25	21·03	19·85	21·39
August	20·08	21·06	16·06	21·32	18·77	18·89	22·61	21·08	22·85	24·07	21·36	27·39
September	23·16	21·11	23·46	20·38	26·05	20·30	24·17	20·31	25·56	18·31	23·80	21·01
October	21·14	18·31	22·88	21·90	22·36	22·13	23·38	22·03	20·55	23·34	21·32	19·92
November	22·95	19·56	21·30	18·84	23·40	23·59	23·20	20·72	17·69	22·39	19·40	23·71
December	21·71	20·00	21·15	23·44	26·51	19·63	19·43	25·11	22·25	19·95	21·46	17·10
1841												
Jänner	24·55	26·76	21·62	22·64	21·48	27·78	20·83	23·47	20·25	24·48	21·60	20·13
Februar	25·03	23·94	24·28	24·08	22·17	23·50	21·16	19·17	24·98	17·28	23·11	15·93
März	14·19	24·31	18·70	23·45	22·00	20·53	20·57	20·53	17·14	24·03	19·03	20·63
April	20·85	20·34	21·37	22·88	22·25	20·92	20·05	20·99	25·53	19·20	19·63	24·38
Mai	18·50	18·32	14·95	20·12	18·85	24·60	20·25	21·33	15·95	23·72	18·15	22·57
Juni	26·24	25·65	22·69	21·27	22·75	18·67	19·34	15·71	15·27	12·11	15·90	20·23
Juli	17·47	21·19	21·20	25·79	19·23	20·91	17·74	18·75	19·32	20·80	25·31	20·93
August	16·46	19·73	24·67	24·79	19·57	21·29	24·34	18·19	16·48	16·77	19·03	21·32
September	23·40	22·38	23·75	21·71	22·33	19·44	22·77	19·48	24·05	26·23	25·04	23·46
October	23·27	20·99	18·54	25·14	25·24	23·19	21·52	22·29	20·00	25·26	17·63	22·52
November	21·83	25·07	16·77	16·80	13·85	18·10	15·36	17·12	18·91	20·77	13·37	18·77
December	16·05	24·15	21·51	18·89	22·30	20·35	18·77	21·82	19·10	18·30	23·50	24·20
1842												
Jänner	19·96	17·61	16·44	19·96	20·70	18·90	20·62	16·40	20·21	18·86	19·98	22·64
Februar	20·96	18·79	21·08	12·56	22·04	21·65	20·23	23·33	22·44	17·88	22·80	18·69
März	20·33	18·00	20·54	21·58	20·32	22·28	21·03	21·48	17·18	19·86	22·87	18·44
April	19·12	25·19	13·89	23·53	31·63	22·77	26·74	24·91	23·62	24·04	19·35	18·89
Mai	23·38	20·92	22·80	21·78	22·18	23·22	20·14	22·30	20·58	18·70	18·34	16·21
Juni	18·74	21·47	12·97	19·40	21·40	18·21	23·16	22·64	22·91	15·96	19.65	17·44
Juli	21·64	20·66	21·84	19·55	16·07	18·63	18·79	16·35	25·96	21·78	30·23	25·54
August	24·34	24·19	21·77	19·44	20·01	22·05	21·07	12·44	19·74	15·64	20·63	18·53
September	15·81	20·56	17·32	16·21	16·50	18·46	19·97	21·09	22·41	23·19	24·40	23·18
October	22·57	22·70	20·37	20·83	23·06	23·84	17·08	19·05	19·34	15·87	16·78	16·38
November	16·80	22·06	19·99	21·49	25·16	23·45	27·37	17·29	23·67	17·66	18·93	19·44
December	18·51	19·19	21·03	19·67	20·05	23·29	16·34	24·71	22·62	23·92	24·95	20·91
1843												
Jänner	17·99	19·74	18·15	16·41	20·58	21·18	21·21	20·75	20·12	21·56	24·02	21·94
Februar	20·71	22·70	22·16	22·67	21·92	21·31	22·86	22·51	22·32	21·87	23·55	24·80
März	19·64	20·60	17·28	20·80	19·00	20·57	21·56	17·61	19·93	19·76	18·51	19·79
April	21·68	26·97	20·70	25·66	23·85	27·17	24·00	22·24	17·68	22·75	20·92	22·93
Mai	21·91	23·00	19·89	26·07	24·06	25·42	23·01	24·45	19·32	23·03	16·08	16·22
Juni	18·18	17·24	20·34	19·67	19·09	16·46	22·29	22·56	21·82	20·24	22·70	17·32
Juli	23·27	22·33	21·93	19·87	23·85	16·72	23·91	19·24	17·98	14·34	18·80	13·04
August	21·99	24·19	21·40	22·22	20·69	20·11	19·86	20·29	16·42	21·05	16·62	17·18
September	21·00	19·18	16·14	16·22	20·70	17·05	24·51	24·17	25·02	19·94	19·47	21·32
October	21·68	20·62	24·18	19·81	24·06	21·26	24·85	20·51	24·70	20·71	16·77	18·62
November	23·15	20·63	20·86	23·11	26·59	25·06	22·17	23·63	20·44	21·62	17·92	17·11
December	25·90	20·51	23·02	24·35	23·99	27·73	20·80	25·05	20·44	20·54	17·60	20·22
1844												
Jänner	18·32	17·65	17·11	17·66	18·63	23·55	23·48	24·10	22·76	22·93	21·36	19·68
Februar	24·76	26·76	29·87	25·32	23·91	22·13	18·86	19·67	19·05	18·34	21·29	20·07
März	22·40	20·55	24·56	23·30	21·04	21·86	19·33	18·73	16·51	16·49	18·75	21·87
April	21·21	20·10	27·66	22·59	22·60	27·73	23·00	24·35	19·76	22·26	16·78	22·89
Mai	22·20	20·36	19·13	23·20	27·71	21·77	21·43	19·07	21·13	16·92	15·58	16·91
Juni	20·43	20·43	20·21	21·76	22·99	24·06	22·06	20·12	23·04	19·27	20·94	18·84
Juli	21·13	23·15	22·81	21·46	19·09	18·47	13·31	22·80	17·34	19·30	16·64	18·33
August	21·74	24·00	23·18	21·82	23·97	21·91	18·60	17·82	17·05	15·44	17·28	17·34
September	26·38	24·66	21·68	24·91	23·47	21.40	26·72	21·83	22·24	18·06	22·72	19·71
October	21·22	25·57	23·65	25·44	23·05	26·23	26·19	23·25	25·35	25·17	21·36	21·32
November	18·30	20·39	19·78	22·24	23·02	22·69	20·96	22·92	23·76	24·78	20·66	23·95
December	21·74	21·19	18·60	20·73	20·90	25·38	23·56	25·11	25·68	24·06	23·63	24·55

Tafel III. Monat-

	Östliche Stundenwinkel											
	12^h-11^h	11^h-10^h	10^h-9^h	9^h-8^h	8^h-7^h	7^h-6^h	6^h-5^h	5^h-4^h	4^h-3^h	3^h-2^h	2^h-1^h	1^h-0^h
1845												
Jänner	21·01	20·68	24·77	20·59	20·08	14·39	23·15	20·26	24·16	18·77	21·52	20·60
Februar......	18·97	17·54	17·38	20·52	19·84	23·96	22·56	18·54	24·43	23·07	21·24	25·47
März	19·68	19·80	26·42	19·85	20·89	18·76	16·60	17·14	18·87	17·25	15·77	19·94
April	19·00	18·69	18·36	21·73	23·25	24·51	21·46	21·49	21·79	22·15	21·69	21·28
Mai	20·88	22·56	22·44	20·77	23·45	22·73	24·26	18·52	16·33	16·85	20·68	18·32
Juni	13·57	13·70	18·42	20·97	19·04	19·04	15·67	18·56	17·22	19·60	21·88	22·43
Juli	17·81	19·59	16·34	18·72	15·63	17·79	16·90	16·86	15·39	16·90	17·43	17·83
August	18·74	23·83	21·86	21·97	21·10	20·32	17·13	18·96	16·08	15·30	16·18	16·79
September ...	24·70	23·38	21·79	21·22	21·18	20·36	18·44	17·77	16·93	13·79	20·38	18·54
October......	15·33	21·97	22·94	20·94	21·41	15·72	19·46	19·69	18·99	18·48	21·60	20·74
November	20·82	21·35	21·22	22·59	18·24	21·10	18·98	18·83	21·07	23·66	19·97	22·04
December	21·49	18·28	21·23	21·59	24·20	19·58	23·68	17·32	20·83	16·26	20·69	19·84
1846												
Jänner	7·77	3·94	9·32	10·39	11·29	10·15	9·92	8·86	8·97	8·17	12·03	9·70
Februar......	12·21	10·03	12·35	10·99	6·04	10·65	5·07	4·53	3·82	7·06	9·13	10·54
März	10·36	11·20	10·16	12·58	10·84	13·40	12·47	10·86	13·82	10·70	11·23	8·50
April	8·71	7·85	9·42	11·43	8·76	8·88	10·30	12·08	10·09	10·15	9·57	8·50
Mai	10·06	10·62	12·38	9·79	12·39	11·13	10·46	7·43	8·05	8·39	10·26	7·59
Juni	9·35	9·66	12·56	10·19	12·49	10·16	9·64	6·40	5·52	7·79	9·19	10·20
Juli	12·08	10·38	10·28	9·30	11·98	10·11	9·72	9·73	9·92	9·02	10·49	10·02
August.......	8·60	7·51	9·54	10·81	12·79	14·63	10·68	10·96	10·96	8·73	14·03	12·37
September ...	9·51	5·78	7·93	9·71	6.93	9·74	13·23	8·94	14·60	12·45	15·28	12·93
October......	12·90	8·34	9·02	9·18	10·31	10·82	11·36	10·06	14·07	13·65	14·61	14·12
November	11·14	14·16	10·41	9·93	9·71	8·57	9·93	7·65	12·32	11·48	11·68	10·33
December	9·14	9·52	10·25	10·68	10·71	10·49	11·60	11·21	10·81	11·80	9·76	10·36
1847												
Jänner	11·39	11·76	9·80	11·92	11·98	12·23	10·29	9·24	8·78	8·50	9·10	11·18
Februar......	6·62	9·81	11·89	11·29	11·26	12·18	12·57	9·22	11·61	10·74	11·27	10·68
März	8·38	12·23	7·88	11·43	9·45	12·18	12·14	9·76	11·99	10·45	11·24	9·53
April	12·50	10·76	15·19	12·03	13·23	13·55	12·92	12·08	10·81	11·77	10·81	7·79
Mai	9·06	10·41	13·24	12·03	12·19	10·51	10·80	10·45	9·11	10·04	10·12	9·50
Juni	10·54	11·10	11·96	12·65	14·36	12·58	11·03	10·78	12·01	14·14	9·49	10·46
Juli..........	10·02	11·55	11·59	10·97	8·52	7·21	9·86	8·15	7·20	9·12	5·96	7·62
August.......	9·29	8·87	8·15	9·70	9·19	6·49	8·27	8·43	9·60	11·30	9·87	12·47
September ...	15·72	13·83	13·96	14·55	12·72	11·26	11·49	12·30	8·28	9·82	12·72	10·80
October......	11·78	11·80	12·77	11·35	10·31	13·87	10·07	9·51	11·85	8·88	7·32	11·27
November	13·60	12·37	12·73	12·24	14·80	11·82	12·41	10·89	12·22	9·75	10·60	10·99
December	13·39	18·91	14·12	11·13	11·84	13·57	16·98	13·45	10·19	11·40	12·42	15·60
1848												
Jänner	7·41	10·37	6·59	10·18	10·04	9·02	10·24	9·40	10·62	11·49	7·02	12·91
Februar......	12·53	8·02	8·54	10·08	7·28	10·11	10·69	9·58	9·53	6·44	6·55	6·69
März	10·64	11·55	13·73	12·62	12·44	12·34	11·13	9·89	15·06	12·30	13·22	12·19
April	11·61	12·09	10·24	11·19	9·56	10·81	7·99	9·78	7·05	9·11	8·17	9·67
Mai	9·41	8·26	12·06	11·06	9·38	9·64	13·10	13·44	10·62	7·41	11·13	11·22
Juni	9·21	10·14	10·29	10·91	13·11	12·58	13·96	13·62	11·37	10·44	11·52	11·45
Juli	9·74	11·00	11·83	10·94	11·01	11·41	13·73	13·23	10·48	11·93	10·85	9·82
August	8·66	7·77	7·75	11·66	10·26	12·05	8·51	11·32	8·71	9·48	6·21	9·85
September ...	9·80	7·26	9·43	8·35	6·77	6·42	10·19	9·21	9·67	8·05	8·98	4·84
October......	10·17	9·59	13·18	13·29	13·59	15·49	13·61	13·35	12·66	12·38	14·10	11·53
November	8·78	10·10	10·30	13·37	14·04	13·99	14·75	14·26	12·71	9·30	11·09	12·12
December	13·56	11·06	10·36	10·55	10·60	8·35	9·97	11·18	11·61	11·99	11·57	10·99
1849												
Jänner	9·74	8·04	11·94	8·39	9·46	12·69	10·24	10·43	12·36	13·16	11·59	10·52
Februar......	11·01	12·76	10·88	13·09	9·29	12·59	12·12	9·61	9·00	8·56	9·53	10·57
März	11·58	11·12	10·13	12·72	13·10	10·56	11·41	12·10	9·07	9·45	5·84	7·66
April	9·85	10·26	8·40	12·20	11·38	11·52	12·17	11·43	12·74	10·98	7·00	10·01
Mai	9·24	10·56	12·66	11·46	9·98	9·76	9·68	9·88	10·03	8·87	7·41	8·91
Juni	9·87	11·72	11·46	10·95	8·44	8·21	8·02	10·40	9·39	9·12	9·53	10·33
Juli	10·82	11·92	10·98	12·25	10·29	11·65	10·26	10·78	11·69	9·42	9·53	8·17
August.......	11·86	10·68	11·01	11·78	11·02	10·49	9·04	11·16	7·81	7·21	7·50	9·35
September ...	11·09	13·08	12·88	12·10	11·81	12·20	12·38	11·57	11·12	10·25	9·15	11·17
October......	13·40	10·03	11·69	11·96	12·49	10·13	12·40	11·45	10·32	9·72	10·03	9·17
November	11·91	14·84	13·43	14·19	13·41	13·69	11·76	12·74	13·14	11·10	8·75	12·29
December	11·82	11·12	12·04	12·61	11·87	9·06	12·36	9·19	10·17	9·00	11·01	10·70

Mittel der Reste (M)

	Westliche Stundenwinkel											
	0^h—1^h	1^h—2^h	2^h—3^h	3^h—4^h	4^h—5^h	5^h—6^h	6^h—7^h	7^h—8^h	8^h—9^h	9^h—10^h	10^h—11^h	11^h—12^h
1845												
Jänner	21·78	20·32	20·76	24·19	23·18	19·22	19·47	15·60	18·81	25·86	23·73	23·06
Februar	25·26	24·89	21·63	22·07	21·28	19·05	17·93	20·35	22·42	20·36	20·03	18·72
März	21·23	20·05	21·91	20·24	18·77	22·22	19·41	21·42	23·07	18·89	21·32	19·42
April	20·56	22·78	20·47	22·70	23·95	21·72	26·27	20·23	21·58	17·43	15·91	17·24
Mai	18·84	20·58	22·49	22·75	20·67	20·01	19·86	20·40	17·02	18·50	16·75	21·68
Juni	24·78	23·31	25·03	25·86	26·69	19·39	23·66	17·79	20·78	15·11	17·83	13·45
Juli	19·56	22·15	23·26	25·30	23·81	20·70	22·06	22·04	25·29	21·20	19·02	22·68
August	18·79	21·26	21·97	21·58	21·33	20·34	17·57	21·93	19·60	22·71	16·89	23·14
September	19·39	20·28	22·02	26·84	19·42	19·54	19·61	17·94	20·08	21·48	22·42	24·24
October	23·75	15·39	21·75	17·79	21·72	22·82	19·60	19·85	16·71	20·97	16·10	23·56
November	21·20	23·06	18·74	20·87	23·21	24·60	23·32	23·99	24·66	23·32	22·30	24·06
December	20·66	20·84	23·61	22·69	25·74	20·85	24·60	21·97	26·98	22·48	24·00	21·28
1846												
Jänner	11·18	10·43	12·46	10·75	12·36	10·95	11·48	11·36	11·34	9·89	11·62	10·37
Februar	7·06	9·10	7·84	11·26	7·39	11·13	10·24	10·28	11·11	10·29	11·48	11·28
März	9·78	10·20	10·97	10·96	7·93	7·83	9·36	7·52	7·84	9·69	10·53	11·55
April	8·36	9·92	9·58	11·85	12·48	10·87	9·68	9·37	9·69	10·37	9·79	7·53
Mai	9·64	9·86	9·83	11·79	7·15	10·79	12·22	13·45	13·05	9·67	7·91	10·15
Juni	8·44	12·19	8·72	13·31	7·04	7·85	13·90	12·96	13·56	10·22	9·01	10·02
Juli	12·55	12·36	12·15	13·16	12·57	11·47	11·11	9·44	8·29	10·19	8·66	7·92
August	10·60	11·95	11·10	11·83	9·83	10·73	8·37	10·26	7·65	8·56	7·12	8·38
September	12·67	10·26	13·24	9·70	9·18	7·43	6·66	10·84	4·88	6·45	7·50	8·13
October	13·35	13·21	10·92	12·98	12·43	10·90	10·55	9·52	11·36	12·63	9·16	10·07
November	13·37	12·41	10·74	11·11	11·03	10·84	9·19	7·90	6·77	7·54	7·95	12·94
December	10·33	9·98	10·90	9·42	11·95	9·72	12·51	10·93	9·03	9·87	9·82	9·26
1847												
Jänner	8·09	8·83	10·05	11·22	8·38	10·22	12·49	9·90	10·93	10·49	10·31	10·36
Februar	11·70	9·28	9·38	10·90	8·27	10·62	10·19	9·96	6·77	9·59	6·89	10·33
März	9·65	13·47	10·24	13·28	6·90	8·25	19·40	8·37	7·23	9·14	8·08	10·41
April	11·30	10·91	12·37	12·87	10·47	10·13	9·11	9·59	10·36	12·03	12·11	12·11
Mai	7·62	11·05	11·24	13·96	10·03	9·47	12·34	10·39	14·02	12·40	11·68	10·10
Juni	8·86	12·82	10·09	12·68	7·38	12·30	8·22	10·06	7·92	11·40	9·95	9·66
Juli	8·69	7·91	7·56	9·89	11·17	11·81	10·85	11·76	10·74	10·97	12·09	12·55
August	11·19	12·35	11·99	12·03	11·99	11·82	13·22	10·66	10·95	11·21	10·16	8·12
September	12·40	10·39	13·20	13·60	17·51	8·86	12·74	14·57	13·99	13·84	13·42	11·69
October	12·63	11·64	10·65	10·56	10·78	13·07	11·51	11·73	13·16	11·34	9·24	9·53
November	9·58	9·19	8·39	10·29	9·62	12·33	12·91	12·99	10·76	10·83	12·77	12·08
December	13·75	14·22	13·95	13·11	13·27	11·31	13·88	12·77	8·39	12·72	15·14	12·09
1848												
Jänner	16·15	10·58	10·32	13·93	14·15	12·63	7·15	9·17	10·51	10·69	13·13	6·58
Februar	5·71	4·06	9·65	6·30	4·01	5·96	6·36	12·10	7·53	7·60	6·26	12·05
März	10·99	14·11	11·12	10·70	13·87	8·68	9·88	10·59	7·51	10·54	11·57	12·67
April	9·53	10·34	9·90	9·32	11·49	15·10	10·87	12·12	12·31	13·80	9·78	13·29
Mai	9·62	10·05	9·94	7·96	12·29	7·71	10·21	10·23	8·25	9·81	10·68	9·24
Juni	12·49	13·91	9·99	12·92	7·07	9·24	9·99	10·29	10·20	10·28	9·54	6·83
Juli	8·99	12·99	9·91	13·33	10·82	11·89	9·39	11·19	11·24	9·50	9·19	10·14
August	10·52	12·15	10·90	12·59	10·85	12·34	8·13	12·75	9·39	9·53	8·86	7·99
September	8·85	9·06	9·24	7·65	9·10	7·05	6·49	5·11	10·01	8·46	9·95	9·23
October	13·60	11·80	16·23	7·91	10·84	14·77	11·32	14·42	11·79	8·49	14·02	8·36
November	10·51	14·38	16·55	11·46	14·43	12·39	11·46	14·33	8·36	11·75	13·38	10·20
December	9·73	9·16	9·57	10·70	9·09	10·31	9·24	10·19	10·23	10·91	11·30	9·71
1849												
Jänner	10·39	9·48	10·85	9·51	9·85	12·35	11·09	9·12	10·67	9·56	10·27	6·63
Februar	8·97	11·61	9·98	11·19	10·04	12·11	14·21	13·56	11·18	11·60	12·39	8·98
März	10·34	10·45	10·52	9·89	11·86	10·88	10·86	11·83	11·09	12·21	10·20	9·31
April	10·11	7·67	10·36	11·24	10·30	9·98	10·05	9·41	9·13	8·34	6·66	9·13
Mai	9·18	9·75	9·37	9·49	9·91	8·60	11·56	10·21	10·21	9·25	11·15	11·24
Juni	7·64	9·75	7·26	7·69	7·95	8.59	9·18	9·54	5·89	8·95	9·66	9·48
Juli	4·68	9·92	9·25	11·16	9·88	9·28	11·99	10·39	9·88	11·00	10·97	10·19
August	8·78	9·38	11·06	11·64	11·95	10·38	9·54	11·14	7·29	10·99	8·80	11·63
September	8·84	11·69	8·35	11·32	7·79	11·20	11·23	7·09	5·27	7·98	11·32	11·09
October	10·98	11·56	10·05	11·38	11·04	12·91	10·99	10·69	8·20	11·25	12·19	10·61
November	12·58	10·98	13·53	9·39	15·39	11·42	12·29	13·10	13·17	13·99	10·58	10·32
December	9·22	10·65	9·37	10·59	7·37	11·95	7·94	13·22	10·59	11·57	9·97	11·64

Tafel IV. Die Mittel (M) in

	Östliche Stundenwinkel											
	$12^h—11^h$	$11^h—10^h$	$10^h—9^h$	$9^h—8^h$	$8^h—7^h$	$7^h—6^h$	$6^h—5^h$	$5^h—4^h$	$4^h—3^h$	$3^h—2^h$	$2^h—1^h$	$1^h—0^h$
1840												
Jänner	7·17	9·68	10·84	8·60	7·28	6·69	3·18	6·91	8·88	7·97	4·07	3·60
Februar	9·04	6·73	3·82	8·05	6·32	4·81	3·58	4·85	0·00	4·12	3·83	3·34
März	7·04	3·54	4·55	9·71	8·08	7·59	6·63	9·11	9·79	6·24	5·35	5·62
April	6·31	6·51	5·68	6·46	7·36	2·53	2·91	6·51	4·95	4·64	2·33	7·26
Mai	1·84	6·53	7·37	7·37	6·10	5·58	8·04	6·95	6·47	4·63	4·34	5·17
Juni	7·60	6·14	7·32	8·07	3·40	3·68	3·90	3·99	0·38	1·05	5·47	5·56
Juli	1·83	2·13	0·07	3·97	3·78	3·67	2·37	0·00	2·65	2·08	3·05	3·33
August	9·24	13·94	10·04	6·68	9·39	9·63	5·41	11·62	6·94	4·47	5·54	8·80
September	7·85	0·00	2·96	2·60	6·65	5·65	0·49	1·45	3·15	2·08	4·54	0·94
October	7·77	2·07	4·49	4·03	5·62	1·96	3·69	0·72	5·50	1·77	5·07	5·29
November	4·00	0·00	3·11	0·37	5·59	5·98	6·31	7·23	10·43	3·41	11·74	5·32
December	0·00	10·90	8·74	12·20	6·83	10·16	10·36	7·06	8·65	0·17	7·54	8·13
1841												
Jänner	4·13	0·00	5·27	6·72	6·22	0·59	6·67	6·54	4·41	5·94	4·25	7·09
Februar	10·78	6·72	9·73	3·42	6·89	4·58	3·21	4·91	3·68	4·53	4·52	9·96
März	8·27	8·12	10·51	7·76	8·66	0·00	6·62	5·29	7·21	5·59	1·93	5·25
April	0·00	2·47	4·05	7·02	6·35	7·72	3·51	6·26	2·84	5·26	3·32	2·60
Mai	8·05	10·67	6·77	9·31	9·32	10·77	6·98	8·32	0·49	0·95	0·00	5·19
Juni	8·47	8·70	9·13	11·04	6·90	9·69	7·69	7·60	6·11	3·88	6·19	12·95
Juli	2·94	0·44	9·08	5·34	5·45	6·89	6·07	0·31	0·00	2·57	3·02	6·28
August	3·76	14·77	3·60	13·00	5·74	6·35	2·48	5·33	0·00	5·45	6·40	3·25
September	16·02	11·36	6·76	14·19	15·29	19·37	12·67	2·80	11·97	0·00	8·11	3·04
October	5·75	6·77	5·54	8·57	7·17	9·83	5·93	6·65	5·36	2·92	3·26	0·50
November	7·00	6·14	5·27	13·24	17·62	5·64	11·10	9·33	9·29	6·69	13·02	9·07
December	11·46	3·49	7·84	4·90	7·82	3·38	10·04	4·60	5·35	7·10	5·73	1·70
1842												
Jänner	6·96	6·31	1·81	2·27	2·56	0·82	4·92	3·36	3·34	6·23	7·34	6·93
Februar	5·45	7·67	8·51	10·61	12·70	13·23	16·15	9·66	16·19	9·35	11·64	7·00
März	4·06	2·18	1·39	3·69	4·91	2·63	0·00	4·32	5·44	6·60	1·71	7·30
April	4·10	9·49	6·09	8·76	3·70	3·93	0·00	2·47	2·66	4·72	1·93	5·47
Mai	2·77	14·71	6·73	9·67	8·22	5·12	0·92	0·00	1·64	2·96	7·74	6·85
Juni	6·87	6·97	9·95	14·30	16·96	11·78	9·92	3·26	5·17	11·68	4·46	5·49
Juli	11·64	9·67	4·66	10·62	6·75	8·30	6·03	4·86	5·18	3·02	0·00	8·48
August	8·11	6·06	5·88	2·67	9·57	5·53	11·03	8·55	11·20	5·13	10·62	8·44
September	6·15	12·85	9·50	12·33	7·59	5·41	4·75	0·00	0·39	7·21	2·28	1·77
October	0·77	5·27	7·20	7·35	6·16	9·16	3·12	1·71	3·89	7·71	1·89	7·81
November	8·85	9·77	10·04	5·95	7·87	8·69	0·00	2·93	4·39	5·01	6·42	4·74
December	4·80	6·09	6·48	4·07	4·89	2·08	0·87	1·43	1·84	0·00	1·22	6·05
1843												
Jänner	2·88	4·25	2·75	1·12	0·48	2·88	2·42	5·67	7·68	7·02	5·67	1·20
Februar	8·22	7·22	2·28	5·54	1·04	1·59	1·11	2·31	0·00	1·71	2·19	4·73
März	0·15	5·46	5·04	1·32	3·71	8·20	1·28	3·42	0·84	3·67	0·00	5·56
April	4·03	4·98	4·75	4·98	6·07	10·36	8·49	0·00	1·80	5·77	7·91	4·66
Mai	9·93	6·92	8·38	0·00	14·18	11·95	5·90	11·99	10·67	12·58	14·60	11·37
Juni	9·40	4·81	5·10	3·87	5·38	4·22	4·01	6·79	0·00	4·78	5·75	7·21
Juli	9·63	4·65	10·67	9·31	9·43	9·27	5·70	6·06	4·60	1·16	4·66	7·41
August	0·00	3·63	4·21	5·01	2·14	5·88	4·15	4·35	0·19	3·18	4·02	1·96
September	5·61	7·70	6·27	11·70	7·65	7·72	6·85	2·82	5·29	0·00	7·01	6·31
October	1·31	2·11	0·00	3·76	1·37	5·23	5·01	3·38	2·01	3·30	2·43	2·26
November	0·00	5·26	1·15	6·55	0·77	10·60	1·54	9·00	7·04	6·08	8·65	5·19
December	7·07	8·99	6·49	7·21	6·33	4·76	7·25	8·62	7·14	7·67	0·00	10·03
1844												
Jänner	2·18	3·99	2·33	3·40	1·14	4·29	6·40	4·05	4·96	5·29	5·27	3·69
Februar	0·00	0·65	1·62	0·39	1·97	1·63	5·34	7·29	5·23	12·63	6·09	7·94
März	0·55	4·72	4·95	4·22	5·42	4·95	4·65	5·88	9·76	9·05	8·18	7·92
April	2·67	13·10	6·03	9·79	2·93	5·56	1·85	3·04	4·04	0·00	6·13	2·44
Mai	1·33	0·00	3·79	4·45	4·05	3·82	3·74	4·74	6·16	4·60	4·17	7·14
Juni	7·89	6·45	5·93	4·01	4·09	0·61	0·48	0·64	1·05	0·00	4·62	1·87
Juli	5·51	7·29	9·35	7·70	3·40	8·70	4·05	8·24	6·53	4·48	4·65	7·68
August	2·60	7·09	4·39	3·20	5·42	3·30	4·35	8·05	5·29	5·11	4·71	9·67
September	8·03	5·41	9·62	6·30	8·79	5·21	6·80	4·75	3·12	0·00	7·95	8·79
October	2·18	4·54	2·77	0·00	4·44	0·05	3·08	10·14	2·94	2·62	5·16	6·44
November	2·63	3·68	3·06	0·11	0·00	0·34	1·10	3·45	3·90	9·19	7·91	5·86
December	5·29	6·20	3·22	4·79	4·26	3·83	2·15	0·77	0·73	2·05	2·54	0·56

kleinsten Zahlen ausgedrückt.

	Westliche Stundenwinkel											
	0^h—1^h	1^h—2^h	2^h—3^h	3^h—4^h	4^h—5^h	5^h—6^h	6^h—7^h	7^h—8^h	8^h—9^h	9^h—10^h	10^h—11^h	11^h—12^h
1840												
Jänner	2·74	2·33	1·19	0·00	4·93	7·73	3·85	8·99	7·64	6·11	7·10	8·46
Februar	2·32	2·27	3·40	6·41	6·81	9·34	11·26	12·12	10·16	8·76	8·81	7·55
März	8·20	2·28	0·00	0·27	3·21	4·61	5·78	4·56	3·80	2·50	3·96	8·28
April	6·50	4·62	4·32	3·81	1·77	2·10	2·07	2·56	0·00	2·72	4·05	3·60
Mai	3·82	3·05	4·07	3·48	2·07	1·60	0·87	0·33	2·52	0·00	1·14	3·55
Juni	2·97	4·00	0·70	2·57	3·45	0·92	1·29	2·74	0·00	4·05	4·26	7·66
Juli	2·24	2·39	2·77	1·47	1·01	3·47	3·11	3·68	2·68	3·26	2·08	3·62
August	4·02	5·00	0·00	5·26	2·71	2·83	6·55	5·02	6·79	8·01	5·30	11·33
September	5·57	3·52	5·87	2·79	8·46	2·71	6·58	2·72	7·97	0·72	6·21	3·42
October	2·83	0·00	4·57	3·59	4·05	3·82	5·07	3·72	2·24	5·03	3·01	1·61
November	7·17	3·78	5·52	3·06	7·62	7·81	7·42	4·94	1·91	6·61	3·62	7·93
December	7·78	6·07	7·22	9·51	12·58	5·70	5·50	11·18	8·32	6·03	7·53	3·17
1841												
Jänner	10·19	12·40	7·26	8·28	7·12	13·42	6·47	9·11	5·89	10·12	7·24	5·77
Februar	9·10	8·01	8·35	8·15	6·24	7·57	5·23	3·24	9·05	1·35	7·18	0·00
März	0·47	10·59	4·98	9·73	8·28	6·81	6·85	6·81	3·42	10·31	5·31	6·91
April	5·83	5·32	6·35	7·86	7·23	5·90	5·03	5·97	10·51	4·18	4·61	9·36
Mai	5·22	5·04	1·67	6·84	5·67	10·32	6·97	8·05	2·67	10·44	4·87	9·29
Juni	14·13	13·54	10·78	9·16	10·64	6·56	7·23	3·60	3·16	0·00	3·79	8·12
Juli	1·07	4·79	4·80	9·39	2·83	4·51	1·34	2·35	2·92	4·40	8·91	4·53
August	3·24	6·51	11·45	11·57	6·35	8·07	11·12	4·97	3·26	3·55	5·81	8·10
September	9·93	8·92	10·28	8·24	8·86	5·97	9·30	6·01	10·58	12·76	11·57	9·99
October	5·64	3·36	0·91	7·51	7·61	5·56	3·59	4·66	2·37	7·63	0·00	4·89
November	8·46	11·70	3·40	3·43	0·48	4·73	1·99	3·75	5·54	7·40	0·00	5·40
December	0·00	8·10	5·46	2·84	6·25	4·30	2·72	5·77	3·05	2·25	7·45	8·15
1842												
Jänner	3·56	1·21	0·04	3·56	4·30	2·50	4·22	0·00	3·81	2·46	3·58	6·24
Februar	8·40	6·23	8·52	0·00	9·48	9·09	7·67	10·77	9·88	5·32	10·24	6·13
März	4·04	1·71	4·25	5·29	4·03	5·99	4·74	5·19	0·89	3·59	6·58	2·15
April	7·48	13·56	2·26	11·90	20·00	11·14	15·11	13·28	11·99	12·41	7·72	7·26
Mai	9·45	6·99	8·87	7·85	8·25	9·29	6·21	8·37	6·65	4·77	4·41	2·28
Juni	5·77	8·50	0·00	6·43	8·43	5·24	10·19	9·67	9·94	2·99	6·68	4·47
Juli	7·08	6·10	7·28	4·99	1·51	4·07	4·23	1·79	11·40	7·22	15·67	10·98
August	11·90	11·75	9·33	7·00	7·57	9·61	8·63	0·00	7·30	3·24	8·19	6·09
September	2·52	7·27	4·03	2·92	3·21	5·17	6·68	7·80	9·12	9·90	11·11	9·89
October	6·70	6·63	4·50	4·96	7·19	4·97	1·21	3·18	3·47	0·00	0·91	0·51
November	3·55	8·81	6·74	8·24	11·91	10·20	14·12	4·04	10·42	4·41	5·68	6·19
December	2·32	3·00	4·84	3·48	3·86	7·10	0·15	8·52	6·43	7·73	8·76	4·72
1843												
Jänner	1·58	3·33	1·74	0·00	4·17	4·77	4·80	4·34	3·71	5·15	7·61	5·53
Februar	5·15	7·14	6·60	7·11	6·36	5·75	7·30	6·95	6·76	6·31	7·99	9·24
März	3·15	4·11	0·79	4·31	2·51	4·08	5·07	1·12	3·44	2·27	2·02	3·30
April	5·77	11·06	4·79	9·75	7·94	11·26	8·09	6·33	1·77	6·84	5·01	7·02
Mai	12·00	13·09	9·98	16·16	14·15	15·51	13·10	14·54	9·41	13·12	6·17	6·31
Juni	3·39	2·45	5·55	4·88	4·30	1·67	7·50	7·77	7·03	5·45	7·91	2·53
Juli	10·23	9·29	8·89	6·83	10·81	3·68	10·87	6·20	4·94	1·30	5·76	0·00
August	6·16	8·36	5·57	6·39	4·86	4·28	4·03	4·46	0·59	5·22	0·79	1·35
September	7·18	5·36	2·32	2·40	6·88	3·23	10·69	10·35	11·20	6·12	5·65	7·50
October	5·23	4·17	7·73	3·36	7·61	5·81	8·40	4·06	8·25	4·26	0·32	2·17
November	7·87	5·35	5·58	7·83	11·31	9·78	6·89	8·35	5·16	6·34	2·64	1·83
December	13·94	8·55	11·06	12·39	12·03	15·77	8·84	13·09	8·48	8·58	5·64	8·26
1844												
Jänner	1·21	0·54	0·00	0·55	1·52	6·44	6·37	6·99	6·65	5·82	4·25	2·57
Februar	8·88	10·88	13·99	9·44	8·03	6·25	2·98	3·79	3·17	2·46	5·41	4·19
März	5·91	4·06	8·07	6·81	4·55	5·37	2·84	2·34	0·02	0·00	2·26	5·38
April	6·73	5·62	13·18	8·11	8·12	13·25	8·52	9·87	5·28	7·78	2·30	8·41
Mai	6·72	4·88	3·65	7·72	12·23	6·29	5·95	3·59	5·65	1·44	0·10	1·43
Juni	4·64	4·64	4·42	5·97	7·20	8·27	6·27	4·33	7·25	3·48	5·15	3·05
Juli	7·82	9·84	9·50	8·15	5·78	5·16	0·00	8·49	4·03	5·99	3·33	5·02
August	6·30	8·56	7·74	6·38	8·53	6·47	3·16	2·38	1·61	0·00	1·84	1·90
September	13·22	11·54	8·52	11·75	10·31	8·24	13·56	8·67	9·08	4·90	9·56	6·55
October	4·20	8·55	6·63	8·42	6·03	9·21	9·17	6·23	8·33	8·15	4·34	4·30
November	0·68	2·77	2·16	4·62	5·40	5·07	3·34	5·30	6·14	7·16	3.04	6·33
December	3·14	2·59	0·00	2·13	2·30	6·78	4·96	6·51	7·08	5·46	5·03	5·95

Tafel IV. Die Mittel (M) in

	Östliche Stundenwinkel											
	12ʰ—11ʰ	11ʰ—10ʰ	10ʰ—9ʰ	9ʰ—8ʰ	8ʰ—7ʰ	7ʰ—6ʰ	6ʰ—5ʰ	5ʰ—4ʰ	4ʰ—3ʰ	3ʰ—2ʰ	2ʰ—1ʰ	1ʰ—0ʰ
1845												
Jänner	6·62	6·29	10·38	6·20	5·69	0·00	8·76	5·87	9·77	4·38	7·13	6·21
Februar	1·59	0·16	0·00	3·14	2·46	6·58	5·18	1·16	7·05	5·69	3·86	8·09
März	3·91	4·03	10·67	4·08	5·12	2·99	0·83	1·37	3·10	1·48	0·00	4·17
April	3·09	2·78	2·45	5·82	7·34	8·60	5·55	5·58	5·88	6·24	5·78	5·37
Mai	4·55	6·23	6·11	4·44	7·12	6·40	7·93	2·19	0·00	0·52	4·35	1·99
Juni	0·12	0·25	4·97	7·52	5·59	5·59	2·22	5·11	3·77	6·15	8·43	8·98
Juli	2·42	4·20	0·95	3·33	0·24	2·40	1·51	1·47	0·00	1·51	2·04	2·44
August	3·44	8·53	6·56	6·67	5·80	5·02	1·83	3·66	0·78	0·00	0·88	1·49
September	10·91	9·59	8·00	7·43	7·39	6·57	4·65	3·98	3·14	0·00	6·59	4·75
October	0·00	6·64	7·61	5·61	6·08	0·39	4·13	4·36	3·66	3·15	6·27	5·41
November	2·58	3·11	2.98	4·35	0·00	2·87	0·74	0·59	2·83	5·42	1·73	3·80
December	5·23	2·02	4·97	5·33	7·94	3·32	7·42	1·06	4·57	0·00	4·43	3·58
1846												
Jänner	3·83	0·00	5·38	6·45	7·35	6·51	5·98	4·92	5·03	4·23	8·09	5·76
Februar	8·39	6·21	8·53	7·17	2·22	6·83	1·22	0·71	0·00	3·24	5·31	6·72
März	2·84	3·68	2·64	5·06	3·32	5·88	4·95	3·34	6·30	3·18	3·71	0·98
April	1·18	0·32	1·89	3·90	1·23	1·35	2·77	4·55	2·56	2·62	2·04	0·97
Mai	2·91	3·47	5·23	2·64	5·24	3·98	3·31	0·28	0·90	1·24	3·11	0·44
Juni	3·83	4·14	7·04	4·67	6·97	4·64	4·12	0·88	0·00	2·27	3·67	4·68
Juli	4·16	2·46	2·36	1·38	4·06	2·19	1·80	1·81	2.00	1·10	2·57	2·10
August	1·48	0·39	2·62	3·69	5·67	7·51	3·56	3·84	3·84	1·61	6·91	5·25
September	4·63	0·90	3·05	4·83	2·05	4·86	8·35	4·06	9·72	7·57	10·40	8·05
October	4·56	0·00	0·68	0·84	1·97	2·48	3·02	1·72	5·73	5·31	6·27	5·78
November	4·37	7·39	3·64	3·16	2·94	1·80	3·16	0·88	5·55	4·71	4·86	3·56
December	0·11	0·49	1·22	1·65	1·68	1·46	2·57	2·18	1·78	2·77	0·73	1·33
1847												
Jänner	3·30	3·67	1·71	3·83	3·89	5·14	2·20	1·15	0·69	0·41	1·01	3·09
Februar	0·00	3·19	5·27	4·67	4·64	5·56	5·95	2·60	4·99	4·12	4·65	4·06
März	1·48	5·33	0·98	4·53	2·55	5·28	5·24	2·86	5·09	3·55	4·34	2·63
April	4·71	2·97	7·40	4·24	5·44	5·76	5·13	4·29	3·02	3·98	3·02	0·00
Mai	1·44	2·79	5·62	4·41	4·57	2·89	3·18	2·83	1·49	2·42	2·52	1·88
Juni	3·16	3·72	4·58	5·27	6·98	5·20	3·65	3·40	4·63	6·76	2·11	3·08
Juli	4·06	5·59	5·62	5·01	2·56	1·25	3·90	2·19	1·26	3·16	0·00	1·66
August	2·80	2·38	1·66	3·21	2·70	0·00	1·78	1·94	3·11	4·81	3·38	5·98
September	7·44	5·55	5·68	6·27	4·44	2·98	3·21	4·02	0·00	1·54	4·44	2·52
October	4·46	4·48	5·45	4·03	2·99	6·55	2·75	2·19	4·53	1·56	0·00	3·95
November	5·21	3·98	4·34	3·85	5·41	3·43	4·02	2·50	3·83	1·36	2·21	2·60
December	5·00	10·52	5·73	2·74	3·45	5·18	8·59	5·06	1·80	3·01	4·03	5·21
1848												
Jänner	0·83	3·79	0·01	3·60	3·46	2·44	3·66	2·82	4·04	4·91	0·44	6·33
Februar	8·52	4·01	4·53	6·07	3·27	6·10	6·68	5 58	5·52	2·43	2·54	2·68
März	3·13	4·04	6·22	5·11	4·93	4·83	3·62	2·38	7·55	4·59	0·71	4·68
April	4·56	5·04	3·19	4·14	2·51	3·76	0·94	2·73	0·00	2·06	1·12	2·62
Mai	2·00	0·85	4·65	3·65	1·97	2·23	5·69	6·03	3·21	0·00	3·73	3·81
Juni	2·38	3·31	3·46	4·08	6·28	5·75	7·13	6·79	4·55	3·61	4·69	4·62
Juli	0·75	2·01	2·84	1·95	2·02	2·42	4·74	4·24	1·49	2·94	1·86	0·83
August	0·91	0·02	0·00	3·91	2·51	4·30	0·76	3·57	0·96	1·73	0·46	2·10
September	4·96	2·42	4·59	3·51	1·93	1·58	5·35	4·37	4·83	3·21	4·14	0·00
October	2·26	1·68	5·27	5·38	5·68	7·58	5·70	5·44	4·75	4·47	6·19	3·63
November	0·42	1·74	1·94	5·01	5·68	5·63	6·39	6·90	4·35	0·94	3·33	3·76
December	5·21	2·71	2·01	2·20	2·25	6·00	1·62	2·83	3·26	3·64	3·22	2·64
1849												
Jänner	3·11	1·41	5·31	1·76	2·83	6·03	3·61	3·80	5·73	6·53	4·96	3·89
Februar	2·45	3·20	2·32	4·53	0·73	4·03	3·56	1·05	0·44	0·00	0·97	2·01
März	5·74	5·28	4·29	6·88	7·26	4·72	5·57	6·26	3·23	3·61	0·00	1·82
April	3·19	3·60	1·74	5·54	4·72	4·86	5·51	4·77	6·08	4·32	0·34	3·35
Mai	1·83	3·15	5·25	4·05	2·57	2·35	2·27	2·47	2·62	1·46	0·00	1·50
Juni	3·98	5·83	5·57	5·06	2·55	2·32	2·13	4·51	3·50	3·22	3·64	4·44
Juli	6·14	7·24	6·30	7·57	5·61	6·97	5·58	6·10	7·01	4·74	4·85	3·49
August	4·65	3·47	3·80	4·57	3·81	3·28	1·83	3·95	0·60	0·00	0·29	2·14
September	5·82	7·81	7·61	6·83	6·54	6·93	7·11	6·30	5·85	4·98	3·88	5·90
October	5·20	1·83	3·49	3·76	4·29	1·93	4·20	3·25	2·12	1·52	1·83	0·97
November	3·16	6·09	4·68	5·44	4·66	4·94	3·01	3·99	4·39	2·35	0·00	3·54
December	4·45	3·75	4·67	5·24	4·50	1 69	4·99	1·82	2·80	1·63	3·64	3·33

kleinsten Zahlen ausgedrückt.

	Westliche Stundenwinkel											
	0^h-1^h	1^h-2^h	2^h-3^h	3^h-4^h	4^h-5^h	5^h-6^h	6^h-7^h	7^h-8^h	8^h-9^h	9^h-10^h	10^h-11^h	11^h-12^h
1845												
Jänner	7·39	5·93	6·37	9·80	8·79	4·83	5·08	1·21	4·42	11·47	11·34	8·67
Februar	7·88	7·51	4·25	4·69	3·80	1·67	0·55	2·97	5·04	2·98	2·65	1·34
März	5·46	4·28	6·14	4·47	3·00	6·45	3·64	5·65	7·30	3·12	5·55	3·65
April	4·65	6·87	4·56	6·79	8·04	5·81	10·36	4·32	5·67	1·52	0·00	1·33
Mai	2·51	4·25	6·16	6·42	4·34	3·68	3·53	4·07	0·69	2·17	0·42	5·35
Juni	11·33	9·86	11·58	12·41	13·24	5·94	10·21	4·34	7·43	1·66	4·38	0·00
Juli	4·17	6·76	7·87	9·91	8·42	5·31	6·67	6·65	9·90	5·81	3·63	7·29
August	3·49	5·96	6·67	6·28	6·03	5·04	2·27	6·63	4·30	7·41	1·59	7·84
September	5·60	6·49	8·23	13·05	5·63	5·75	5·82	4·15	6·29	7·69	8·63	10·45
October	8·42	0·06	6·42	2·46	6·39	7·49	4·27	4·52	1·38	5·64	0·77	8·23
November	2·96	4·82	0·50	1·63	4·97	6·36	5·08	5·75	6·42	5·08	4·06	5·82
December	4·40	4·58	7·35	6·43	9·48	4·59	8·34	5·73	10·72	6·22	7·74	5·02
1846												
Jänner	7·24	6·49	8·52	6·81	8·42	7·01	7·54	7·42	7·40	5·95	7·68	6·43
Februar	3·24	5·28	4·02	7·44	3·57	7·31	6·42	6·46	7·29	6·47	7·66	7·46
März	2·26	2·68	3·45	3·44	0·41	0·31	1·84	0·00	0·32	2·17	3·01	4·03
April	0·83	2·39	2·05	4·32	4·95	2·34	2·15	1·84	2·16	2·84	2·26	0·00
Mai	2·49	2·71	2·68	4·64	0·00	3·64	5·07	6·30	5·90	2·52	0·76	3·00
Juni	2·92	6·67	3·20	7·79	1·52	2·33	8·38	7·44	8·04	4·70	3·49	4·50
Juli	4·63	4·44	4·23	5·24	4·65	3·55	3·19	1·52	0·37	2·27	0·74	0·00
August	2·48	4·83	3·88	4·71	2·71	3·61	1·25	3·14	0·53	1·44	0·00	1·26
September	7·79	5·38	8·36	4·82	4·30	2·55	1·78	5·96	0·00	1·57	2·62	3·25
October	5·01	4·87	2·58	4·64	4·09	2·56	2·21	1·18	3·02	4·29	0·82	1·73
November	6·60	5·64	3·97	4·34	4·26	4·07	2·42	1·13	0·00	0·77	1·18	6·17
December	1·30	0·95	1·87	0·39	2·92	0·69	3·48	1·90	0·00	0·84	0·79	0·23
1847												
Jänner	0·00	0·74	1·96	3·13	0·29	2·13	4·40	1·81	2·84	2·40	2·22	2·27
Februar	5·08	2·66	2·76	4·28	1·65	4·00	3·57	3·34	0·15	2·97	0·27	3·71
März	2·75	6·57	3·34	6·38	0·00	1·35	3·50	1·47	0·33	2·24	1·18	3·51
April	3·51	3·12	4·58	5·08	2·68	2·34	1·32	1·82	2·57	4·24	4·32	4·32
Mai	0·00	3·43	3·82	6·37	2·41	1·85	4·72	2·77	6·40	4·78	4·06	2·48
Juni	1·48	5·44	2·71	5·30	0·00	4·92	0·84	2·68	0·54	4·02	2·57	2·28
Juli	2·73	1·95	1·60	3·93	5·21	5·85	4·89	5·80	4·78	5·01	6·13	6·59
August	5·70	5·86	5·50	5·54	5·50	5·33	6·73	3·17	4·46	4·72	3·67	1·63
September	4·12	2·11	4·92	5·32	9·23	0·58	4·46	6·29	5·71	5·56	5·14	3·41
October	5·31	4·32	3·33	3·24	3·46	5·75	4·19	4·41	5·82	4·02	1·92	2·21
November	1·19	0·80	0·00	1·90	1·23	3·94	4·52	4·60	2·37	2·44	4·38	3·69
December	5·36	5·83	5·56	4·72	4·88	2·92	5·49	4·38	0·00	4·33	6·75	3·70
1848												
Jänner	9·57	4·00	3·74	7·35	7·57	6·05	0·57	2·59	3·93	4·11	6·55	0·00
Februar	1·70	0·05	5·64	2·29	0·00	1·95	2·35	8·09	3·52	3·59	2·25	8·04
März	3·48	6·60	3·61	3·19	6·36	1·15	2·37	3·08	0·00	3·03	4·06	5·16
April	2·48	3·29	2·85	2·27	4·44	8·05	3·82	5·07	5·26	6·75	2·73	6·24
Mai	2·21	2·64	2·53	0·55	4·88	0·30	2·80	2·82	0·84	2·40	3·27	1·83
Juni	5·66	7·08	3·16	6·09	0·24	2·41	3·16	3·43	3·37	3·45	2·71	0·00
Juli	0·00	4·00	0·92	4·34	1·83	2·90	0·40	2·20	2·25	0·51	0·20	1·15
August	2·77	4·40	3·15	4·84	3·10	4·61	0·38	5·00	1·64	1·78	1·11	0·24
September	4·01	4·22	4·40	2·81	4·26	2·21	1·65	0·27	5·17	3·62	5·11	4·39
October	5·69	3·89	8·32	0·00	2·93	6·86	3·41	6·51	3·88	0·58	6·11	0·45
November	2·15	6·02	8·19	3·10	6·07	4·03	3·10	5·97	0·00	3·37	5·02	1·84
December	1·38	0·81	1·22	2·35	0·74	1·96	0·89	1·84	1·88	2·56	2·95	1·36
1849												
Jänner	3·76	2·85	4·22	2·88	3·22	5·72	4·43	2·49	4·04	2·93	3·64	0·00
Februar	0·41	3·05	1·42	2·63	1·48	3·55	5·65	5·00	2·62	3·04	3·83	0·42
März	4·50	4·61	4·68	4·05	6·02	5·04	5·02	5·99	5·25	6·37	4·36	3·47
April	3·45	1·01	3·70	4·58	3·64	3·32	3·39	2·75	2·47	1·68	0·00	2·47
Mai	1·77	2·34	1·96	2·08	2·50	1·19	4·15	2·80	2·80	1·84	3·74	3·83
Juni	1·75	3·86	1·37	1·80	2·06	2·70	3·29	3·55	0·00	3·06	3·77	3·59
Juli	0·00	5·24	4·57	6·48	5·20	4·60	7·31	5·71	5·20	6·32	6·29	5·51
August	1·57	2·17	3·85	4·43	4·74	3·17	2·33	3·93	0·08	3·78	1·59	4·42
September	3·57	6·42	3·08	6·05	2·52	5·93	5·96	1·82	0·00	2·71	6·05	5·82
October	2·78	3·36	1·85	3·18	2·84	4·71	2·79	2·49	0·00	3·05	3·99	2·41
November	3·83	2·23	4·78	0·64	6·64	2·67	3·54	4·35	4·42	5·24	1·83	1·57
December	1·85	3·28	2·00	3·22	0·00	4·58	0·57	5·85	3·22	4·20	2·60	4·27

Tafel V. Die Reste (M) in $\frac{1}{10000}$ Theilen

	Östliche Stundenwinkel											
	12^h-11^h	11^h-10^h	10^h-9^h	9^h-8^h	8^h-7^h	7^h-6^h	6^h-5^h	5^h-4^h	4^h-3^h	3^h-2^h	2^h-1^h	1^h-0^h
1840												
Jänner	4·05	5·45	6·10	4·85	4·11	3·77	1·80	3·89	5·01	4·49	2·29	2·03
Februar	5·08	3·79	2·15	4·54	3·57	2·71	2·02	2·73	0·00	2·32	2·16	1·88
März	3·97	1·99	2·56	5·46	4·56	4·28	3·76	5·13	5·50	3·51	3·03	3·16
April	3·56	3·67	3·20	3·63	4·15	1·42	1·63	3·67	2·78	2·61	1·31	4·09
Mai	1·03	3·68	4·16	4·16	3·44	3·14	4·53	3·91	3·64	2·60	2·44	2·91
Juni	4·29	3·46	4·13	4·55	1·91	2·08	2·19	2·24	0·22	0·58	3·07	3·12
Juli	1·03	1·20	0·04	2·23	2·13	2·07	1·33	0·00	1·49	1·17	1·72	1·88
August	5·19	7·84	5·65	3·77	5·28	5·42	3·04	6·54	3·90	2·51	3·11	4·96
September	4·43	0·00	1·65	1·46	3·75	3·18	0·27	0·81	1·83	1·17	2·55	0·52
October	4·38	1·16	2·52	2·27	3·16	1·09	2·08	0·40	3·09	0·99	2·85	2·97
November	2·25	0·00	1·76	0·21	3·14	3·36	3·56	4·08	5·87	1·92	6·60	2·99
December	0·00	6·13	4·92	6·86	3·85	5·72	5·83	3·98	4·88	0·10	4·25	4·59
1841												
Jänner	2·36	0·00	3·00	3·82	3·53	0·33	3·79	3·71	2·52	3·38	2·42	4·03
Februar	6·14	3·82	5·54	1·95	3·92	2·61	1·83	2·80	2·10	2·58	2·57	5·66
März	4·70	4·62	5·98	4·41	4·92	0·00	3·76	3·01	4·10	3·18	1·10	2·99
April	0·00	1·41	2·31	3·99	3·61	4·39	2·00	3·55	1·62	2·99	1·89	1·48
Mai	4·58	6·07	3·85	5·30	5·30	6·13	3·97	4·73	0·28	0·54	0·00	3·01
Juni	4·82	4·95	5·20	6·28	3·92	5.51	4·37	4·32	3·48	2·22	3·57	7·37
Juli	1·67	0·25	5·17	3·04	3·11	3·92	3·45	0·18	0·00	1·46	1·72	3·57
August	2·14	8·41	2·05	7·40	3·27	3·61	1·41	3·04	0·00	3·11	3·64	1·85
September	9·12	6·46	3·84	8·08	8·70	11·62	7·21	1·60	6·81	0·00	4·62	1·73
October	3·28	3·85	3·15	4·87	4·08	5·60	3·38	3·78	3·05	1·66	1·85	0·25
November	3·98	3·49	3·00	7·53	10·03	3·21	6·32	5·31	5·28	3·80	7·41	5·16
December	6·52	1·99	4·46	2·79	4·45	1·93	5·71	2·62	3·05	4·04	3·27	0·97
1842												
Jänner	4·01	3·64	1·05	1·32	1·48	0·47	2·84	1·93	1·92	3·60	4·22	4·00
Februar	3·14	4·42	4·91	6·12	7·31	7·62	9·30	5·56	9·32	5·38	6·70	4·03
März	2·34	1·27	0·80	2·13	2·84	1·53	0·00	2·49	3·13	3·81	0·99	4·20
April	2·37	5·46	3·51	5·04	2·13	2·28	0·00	1·43	1·54	2·72	1·12	3·15
Mai	1·60	8·47	3·88	5·57	4·74	2.95	0·53	0·00	0·95	1·71	4·45	3·95
Juni	3·96	4·01	5·73	8·23	9·76	6·78	5·71	1·88	2·98	6·73	2·57	3·16
Juli	6·70	5·57	2·67	6·12	3 89	4·78	3·48	2·80	2·99	1·74	0·00	4·89
August	4·68	3·49	2·39	1·55	5·51	3·19	6·35	4·93	6·45	2·96	6·12	4·87
September	3·55	7·40	5·47	7·10	4·37	3·12	2·74	0·00	0·22	4·16	1·33	1·02
October	0·44	3·04	4·15	4·23	3·55	5·27	1·80	0·99	2·24	4·44	1·09	4·50
November	5·10	5·62	5·78	3·43	4·53	5·01	0·00	1·70	2·53	2·89	3·70	2·73
December	2·77	3·51	3·73	2·35	2·82	1·21	0·50	0·83	1·06	0·00	0·71	3·49
1843												
Jänner	1·74	2·57	1·66	0·68	0·29	1·74	1·46	3·43	4·65	4·25	3·43	0·73
Februar	4·97	4·37	1·38	3·35	0·63	0·96	0·68	1·40	0·00	1·04	1·32	2·86
März	0·09	3·31	3·05	0·80	2·25	4·96	0·78	2·07	0·50	2·22	0·00	3·36
April	2·44	3·01	2·87	3·02	3·67	6·28	5·13	0·00	1·09	3·49	4·79	2·82
Mai	6·01	4·18	5·07	0·00	8·59	7·24	3·57	7·26	6·46	7·62	8·84	6·88
Juni	5·69	2·91	3·09	2·34	3·26	2·55	2·43	4·10	0·00	2·89	3·48	4·37
Juli	5·77	2·81	6·46	5·64	5·71	5·61	3·45	3·66	2·78	0·71	2·82	4·49
August	0·00	2·20	2·55	3·04	1·29	3·56	2·51	2·63	0·11	1·93	2·43	1·18
September	3·40	4·66	3·79	7·08	4·63	4·67	4·14	1·70	3·20	0·00	4·25	3·82
October	0·80	1·28	0·00	2·28	0·83	3·17	3·04	2·05	1·22	2·00	1·47	1·37
November	0·00	3·19	0·70	3·96	0·46	6·42	0·93	5·45	4·26	3·68	5·23	3·14
December	4·28	5·44	3·92	4·37	3·83	2·88	4·39	5·21	4·32	4·64	0·00	6·08
1844												
Jänner	1·35	2·47	1·45	2·11	0·70	2·66	3·97	2·51	3·08	3·28	3·26	2·29
Februar	0·00	0·40	1·00	0·25	1·22	1·01	3·31	4·52	3·24	7·83	3·78	4.92
März	0·34	2·92	3·07	2·61	3·36	3·07	2·88	3·65	6·05	5·61	5·07	4·91
April	1·65	8·12	3·74	6·07	1·82	3·45	1·15	1·88	2·50	0·00	3·80	1·51
Mai	0·83	0·00	2·35	2·76	2·51	2·37	2·31	2·93	3·82	2·85	2·64	4·42
Juni	4·90	4·00	3·68	2·49	2·54	0·38	0·30	0·39	0·65	0·00	2·86	1·16
Juli	3·42	4·52	5·80	4·77	2·11	5·39	2·51	5·10	4·05	2·78	2·88	4·76
August	1·61	4·40	2·73	1·98	3·36	2·07	2·70	4·99	3·28	3·17	2·92	5·99
September	4·98	3·36	5·96	3·91	5·45	3·23	4·22	2·94	1·93	0·00	4·93	5·45
October	1·35	2·81	1·71	0·00	2·75	0·03	1·91	6·28	1·82	1·62	3·20	3·99
November	1·63	2·28	1·90	0·07	0·00	0·21	0·68	2·14	2·42	5·70	4·91	3·64
December	3·38	3·84	1·99	2·97	2·63	2·38	1·33	0·47	0·45	1·27	1·57	0·35

der Horizontalkraft ausgedrückt.

	Westliche Stundenwinkel											
	0h—1h	1h—2h	2h—3h	3h—4h	4h—5h	5h—6h	6h—7h	7h—8h	8h—9h	9h—10h	10h—11h	11h—12h
1840												
Jänner	1·53	1·31	0·67	0·00	2·77	4·36	2·17	5·05	4·31	3·45	4·01	4·87
Februar	1·30	1·27	1·91	3·61	3·84	5·25	6·33	6·83	5·72	4·93	4·97	4·26
März	4·62	1·28	0·00	0·15	1·81	2·60	3·05	2·56	2·14	1·40	2·22	4·67
April	3·66	2·60	2·43	2·15	0·99	1·18	1·16	1·43	0·00	1·52	2·28	2·03
Mai	2·15	1·72	2·29	1·96	1·16	0·90	0·49	0·19	1·41	0·00	0·64	2·00
Juni	1·66	2·25	0·39	1·44	1·94	0·51	0·72	1·53	0·00	2·28	2·39	4·32
Juli	1·25	1·34	1·55	0·82	0·57	1·95	1·76	2·08	1·51	1·83	1·17	2·04
August	2·26	2·81	0·00	2·95	1·52	1·59	3·69	2·82	3·82	4·52	2·98	6·38
September	3·13	1·98	3·30	1·56	4·76	1·52	3·71	1·52	4·49	0·40	3·50	1·92
October	1·59	0·00	2·57	2·02	2·28	2·15	2·85	2·09	1·25	2·83	1·70	0·91
November	4·05	2·13	3·10	1·72	4·30	4·41	4·18	2·77	1·07	3·73	2·04	4·47
December	4·39	3·42	4·07	5·35	7·08	3·20	3·09	6·30	4·69	3·40	4·25	1·79
1841												
Jänner	5·80	7·06	4·12	4·71	4·05	7·64	3·68	5·19	3·36	5·76	4·11	3·29
Februar	5·18	4·56	4·75	4·64	3·54	4·30	2·98	1·84	5·15	0·77	4·08	0·00
März	0·27	6·02	2·84	5·54	4·71	3·88	3·90	3·88	1·95	5·87	3·03	3·93
April	3·33	3·03	3·61	4·47	4·11	3·36	2·87	3·40	5·98	2·39	2·63	5·32
Mai	2·97	2·87	0·95	3·89	3·23	5·87	3·96	4·58	1·52	5·94	2·68	5·28
Juni	8·06	7·70	6·14	5·21	6·05	3·72	4·11	2·05	1·80	0·00	2·16	4·62
Juli	0·61	2·73	2·74	5·34	1·62	2·57	0·76	1·31	1·66	2·51	5·07	2·58
August	1·84	3·70	6·52	6·58	3·61	4·59	6·33	2·83	1·85	2·02	3·32	4·61
September	5·65	5·07	5·85	4·68	5·04	3·40	5·29	3·42	6·02	7·27	6·58	5·68
October	3·21	1·91	0·52	4·27	4·33	3·16	2·04	2·65	1·35	4·34	0·00	2·79
November	4·81	6·66	1·94	1·96	0·27	2·70	1·13	2·14	3·15	4·21	0·00	3·08
December	0·00	4·61	3·11	1·62	3·55	2·45	1·55	3·29	1·74	1·28	4·24	4·64
1842												
Jänner	2·05	0·71	0·02	2·05	2·48	1·45	2·44	0·00	2·20	1·42	2·07	3·60
Februar	4·84	3·60	4·91	0·00	5·46	5·23	4·42	6·20	5·69	3·06	5·90	3·53
März	2·33	0·99	2·46	3·05	2·33	3·45	2·73	2·99	0·51	2·07	3·80	1·25
April	4·31	7·80	1·31	6·85	11·52	6·41	8·70	7·65	6·90	7·15	4·44	4·18
Mai	5·44	4·03	5·11	4·52	4·76	5·35	3·59	4·82	3·84	2·75	2·55	1·33
Juni	3·32	4·90	0·00	3·71	4·86	3·02	5·87	5·57	5·72	1·72	3·86	2·58
Juli	4·08	3·52	4·20	2·87	0·88	2·35	2·45	1·03	6·56	4·16	9·02	6·32
August	6·85	6·76	5·37	4·03	4·36	5·54	4·98	0·00	4·20	1·87	0·57	3·51
September	1·46	4·19	2·33	1·69	1·86	2·98	3·86	4·49	5·25	5·70	6·40	5·69
October	3·86	3.83	2·60	2·86	4·14	2·86	0·71	1·90	2·00	0·00	0·53	0·30
November	2·05	5·08	3·88	4·75	6·86	5·88	8·13	2·33	6·00	2·55	3·28	3·57
December	1·34	1·73	2·79	2·01	2·22	4·09	0·09	4·91	3·71	4·45	5·04	2·72
1843												
Jänner	0·96	2·02	1·05	0·00	2·52	2·88	2·90	2·62	2·25	3·12	4·61	3·35
Februar	3·12	4·32	3·99	4·31	3·85	3·48	4·42	4·20	4·09	3·82	4·83	5·59
März	1·91	2·49	0·47	2·61	1·52	2·47	3·07	0·68	2·08	1·37	1·22	2·00
April	3·49	6·70	2·89	5·90	4·80	6·81	4·89	3·96	1·07	4·13	3·04	4·25
Mai	7·27	7·92	6·05	9·85	8·57	9·39	7·93	8·62	5·70	7·94	3·73	3·82
Juni	2·05	1·48	3·36	2·95	2·60	1·01	4·54	4·70	4·26	3·30	4·79	1·53
Juli	6·21	5·62	5·37	4·14	6·55	2·23	6·58	3·75	2·98	0·79	3·48	0·00
August	3·73	5·06	3·37	3·86	2·93	2·59	2·44	2·69	0·35	3·16	0·47	0·82
September	4·35	3·25	1·40	1·45	4·16	1·96	6·47	6·27	6·78	3·70	3·42	4·54
October	3·17	2·52	4·68	2·04	4·61	3·52	5·08	2·45	4·99	2·57	0·19	1·31
November	4·76	3·24	3·38	4·74	6·85	5·92	4·16	5·05	3·12	3·83	1·59	1·11
December	8·43	5·17	6·70	7·50	7·29	9·54	5·34	7·92	5·13	5·19	3·41	5·00
1844												
Jänner	0·75	0·33	0·00	0·34	0·94	3·99	3·95	4·33	4·12	3·61	2·63	1·59
Februar	5·51	6·75	8·67	5·85	4·98	3·87	1·85	2·35	1·96	1·53	3·36	2·59
März	3·66	2·52	5·00	4·23	2·82	3·33	1·76	1·45	0·01	0·00	1·40	3·34
April	4·17	3·48	8·17	5·03	5·03	8·21	5·28	6·12	3·27	4·82	1·43	5·22
Mai	4·16	3·03	2·26	4·78	7·58	3·90	3·69	2·23	3·50	0·89	0·06	0·89
Juni	2·87	2·87	2·74	3·70	4·46	5·12	3·88	2·69	4·49	2·16	3·19	1·89
Juli	4·85	6·10	5·89	5·05	3·58	3·20	0·00	5·27	2·50	3·71	2·07	3·11
August	3·91	5·31	4·79	3·96	5·29	4·01	1·96	1·48	1·00	0·00	1·14	1·18
September	8·19	7·15	5·28	7·28	6·40	5·10	8·41	5·37	5·63	3·04	5·93	4·06
October	2·60	5·30	4·11	5·22	3·74	5·71	5·68	3·86	5·17	5·05	2·69	2·67
November	0·42	1·71	1·34	2·86	3·35	3·14	2·07	3·29	3·82	4·44	1·88	3·93
December	1·94	1·61	0·00	1·32	1·43	4·20	3·08	4·04	4·39	3·39	3·12	3·69

Tafel V. Die Reste (M) in $\frac{1}{10000}$ Theilen

	Östliche Stundenwinkel											
	12^h-11^h	11^h-10^h	10^h-9^h	9^h-8^h	8^h-7^h	7^h-6^h	6^h-5^h	5^h-4^h	4^h-3^h	3^h-2^h	2^h-1^h	1^h-0^h
1845												
Jänner	4·19	3·99	6·58	3·93	3·61	0·00	5·55	3·72	6·18	2·77	4·52	3·94
Februar	1·01	0·10	0·00	1·98	1·55	4·17	3·28	0·73	4·47	3·61	2·45	5·13
März	2·48	2·55	6·76	2·58	3·24	1·89	0·53	0·86	1·96	0·93	0·00	2·63
April	1·96	1·75	1·54	3·69	4·65	5·45	3·52	3·54	3·73	3·95	3·66	3·40
Mai	2·88	3·95	3·87	2·80	4·51	4·05	5·03	1·38	0·00	0·33	2·75	1·25
Juni	0·07	0·16	3·15	4·77	3·55	3·55	1·40	3·24	2·38	3·89	5·34	5·69
Juli	1·52	2·66	0·60	2·11	0·15	1·51	0·96	0·92	0·00	0·96	1·28	1·53
August	2·17	5·41	4·16	4·22	3·68	3·18	1·16	2·32	0·49	0·00	0·56	0·94
September	6·92	6·08	5·07	4·71	4·69	4·16	2·84	2·52	1·98	0·00	4·18	2·97
October	0·00	4·20	4·83	3·56	3·85	0·25	2·61	3·16	2·32	1·99	3·97	3·43
November	1·63	1·97	1·88	2·75	0·00	1·81	0·46	0·38	1·79	3·43	1·09	2·41
December	3·32	1·27	3·14	3·38	5·03	2·10	4·70	0·67	2·89	0·00	2·80	2·27
1846												
Jänner	3·65	0·00	5·11	6·13	6·98	6·18	5·68	4·67	4·78	4·02	7·69	5·48
Februar	7·97	5·90	8·10	6·82	2·11	6·50	1·16	0·68	0·00	3·08	5·04	6·39
März	2·71	3·50	2·51	4·81	3·15	5·60	4·70	3·17	5·98	3·02	3·53	0·93
April	1·13	0·30	1·81	3·70	1·17	1·28	2·64	4·33	2·43	2·49	1·94	0·92
Mai	2·76	3·30	4·96	2·51	4·98	3·78	3·14	0·27	0·85	1·18	2·96	0·42
Juni	3·65	3·94	6·69	4·44	6·62	4·41	3·92	0·84	0·00	2·15	3·49	4·45
Juli	3·96	2·34	2·24	1·21	3·86	2·08	1·72	1·73	1·90	1·05	2·44	2·00
August	1·41	0·37	2·49	3·51	5·39	7·13	3·38	3·66	3·66	1·48	6·56	4·98
September	4·40	0·85	2·90	4·60	1·95	4·63	7·93	3·86	9·24	7·20	9·88	7·65
October	4·33	0·00	0·65	0·81	1·87	2·35	2·87	1·64	5·45	5·04	5·95	5·50
November	4·15	7·02	3·46	3·01	2·79	1·72	3·00	0·85	5·27	4·48	4·63	3·38
December	0·11	0·47	1·16	1·57	1·60	1·38	2·45	2·07	1·70	2·64	0·70	1·26
1847												
Jänner	3·30	3·67	1·71	3·83	3·89	5·14	2·20	1·15	0·69	0·41	1·01	3·09
Februar	0·00	3·19	5·27	4·67	4·64	5·56	5·95	2·60	4·99	4·12	4·65	4·06
März	1·48	5·33	0·98	4·53	2·55	5·28	5·24	2·86	5·09	3·55	4·34	2·63
April	4·71	2·97	7·40	4·24	5·44	5·76	5·13	4·29	3·02	3·98	3·02	0·00
Mai	1·44	2·79	5·62	4·41	4·57	2·89	3·18	2·83	1·49	2·42	2·52	1·88
Juni	3·16	3·72	4·58	5·27	6·98	5·20	3·65	3·40	4·63	6·76	2·11	3·08
Juli	4·06	5·59	5·63	5.01	2·56	1·25	3·90	2·19	1·26	3·16	0·00	1·66
August	2·80	2·38	1·66	3·21	2·70	0·00	1·78	1·94	3·11	4·81	3·38	5·98
September	7·44	5·55	5·68	6·27	4·44	2·98	3·21	4·02	0·00	1·54	4·44	2·52
October	4·46	4·48	5·45	4·03	2·99	6·55	2·75	2·19	4·53	1·56	0·00	3·95
November	5·21	3·98	4·34	3·85	5·41	3·43	4·02	2·50	3·83	1·36	2·21	2·60
December	5·00	10·51	5·73	2·74	3·45	5·18	8·58	5·06	1·80	3·01	4·03	5·21
1848												
Jänner	0·87	3·98	0·01	3·78	3·63	2·56	3·84	2·95	4·24	5·15	0·46	6·64
Februar	8·92	4·21	4·76	6·36	3·43	6·40	7·00	5·86	5·79	2·55	2·67	2·81
März	3·29	4·24	6·53	5·36	5·17	5·07	3·80	2·50	7·92	4·82	5·99	4·91
April	4·78	5·29	3·35	4·35	2·63	3·94	0·99	2·87	0·00	2·16	1·18	2·75
Mai	2·10	0·89	4·88	3·83	2·07	2·34	5·97	6·32	3·37	0·00	3·91	3·99
Juni	2·49	3·48	3·63	4·29	6·58	6·02	7·49	7·12	4·78	3·79	4·92	4·85
Juli	0·78	2·11	2·98	2·05	2·12	2·54	4·98	4·45	1·61	3·08	1·95	0·87
August	0·95	0·02	0·00	4·10	2·63	4·51	0·80	3·75	1·01	1·82	0·48	2·21
September	5·20	2·54	4·82	3·68	2·02	1·71	5·62	4·59	5·07	3·37	4·35	0·00
October	2·37	1·76	5·52	5·64	5·94	7·95	5·99	5·71	5·00	4·69	6·49	3·81
November	0·44	1·82	2·03	5·16	5·94	5·90	6·65	7·18	4·57	0·98	3·50	3·95
December	5·46	2·85	2·11	2·31	2·36	6·29	1·70	2·97	3·42	3·82	3·38	2·77
1849												
Jänner	3·41	1·55	5·82	1·94	3·10	6·60	3·96	4·17	6·28	7·15	5·44	4·26
Februar	2·69	3·51	2·54	4·96	0·80	4·41	3·90	1·16	0·48	0·00	1·07	2·20
März	6·29	5·78	4·70	7·54	7·96	5·17	6·11	6·86	3·54	3·96	0·00	2·00
April	3·50	3·95	1·91	6·07	5·17	5·33	6·04	5·23	6·66	4·73	0·37	3·68
Mai	2·01	3·46	5·76	4·44	2·82	2·58	2·49	2·71	2·87	1·61	0·00	1·65
Juni	4·36	6·39	6·11	5·55	2·80	2·55	2·33	4·94	3·84	3·53	3·99	4·86
Juli	6·72	7·93	6·90	8·30	6·15	7·64	6·11	6·68	7·68	5·19	5·32	3·83
August	5·09	3·81	4·17	5·01	4·18	3·60	2·01	4·32	0·66	0·00	0·32	2·34
September	6·38	8·56	8·34	7·48	7·16	7·59	7·79	6·90	6·42	5·46	4·25	6·47
October	5·70	2·01	3·83	4·13	4·70	2·12	4·60	3·57	2·32	1·67	2·01	1·07
November	3·47	6·67	5·13	5·96	5·11	5·41	3·30	4·37	4·81	2·58	0·00	3·88
December	4·87	4·12	5·12	5·74	4·93	1·86	5·47	2·00	3·07	1·79	3·99	3·65

der Horizontalkraft ausgedrückt.

	Westliche Stundenwinkel											
	0^h—1^h	1^h—2^h	2^h—3^h	3^h—4^h	4^h—5^h	5^h—6^h	6^h—7^h	7^h—8^h	8^h—9^h	9^h—10^h	10^h—11^h	11^h—12^h
1845												
Jänner	4·69	3·77	4·03	6·21	5·57	3·06	3·22	0·77	2·79	7·26	7·18	5·49
Februar	5·00	4·77	2·69	2·97	2·41	1·05	0·35	1·87	3·19	1·89	1·67	0·64
März	3·46	2·71	3·90	2·82	1·90	4·08	2·30	3·58	4·63	1·97	3·52	2·31
April	2·84	4·35	2·83	4·30	5·09	3·69	6·57	2·73	3·59	0·96	0·00	0·84
Mai	1·59	2·75	3·90	4·06	2·74	2·33	2·24	2·57	0·44	1·36	0·26	3·39
Juni	7·18	6·25	7·34	7·87	8·39	3·76	6·48	2·74	4·71	1·05	2·77	0·00
Juli	2·63	4·28	4·99	6·28	5·33	3·37	4·22	4·21	6·27	3·69	2·30	4·63
August	2·21	3·78	4·22	3·98	3·82	3·19	1·43	4·20	2·72	4·70	1·01	4·97
September	3·55	4·11	5·22	8·27	3·57	3·64	3·69	2·62	3·99	4·88	5·47	6·62
October	5·33	0·04	4·06	1·55	4·05	4·75	2·70	2·86	0·87	3·57	0·48	5·22
November	1·87	3·05	0·32	1·03	3·14	4·03	3·22	3·64	4·06	3·22	2·57	3·67
December	2·78	2·90	4·66	4·07	6·00	2·91	5·28	3·63	6·79	3·94	4·90	3·18
1846												
Jänner	6·88	6·16	8·10	6·47	8·00	6·66	7·16	7·05	7·03	5·65	7·30	6·11
Februar	3·08	5·02	3·82	7·07	3·40	6·96	6·10	6·14	6·92	6·15	7·28	7·09
März	2·15	2·55	3·28	3·27	0·39	0·29	1·75	0·00	0·30	2·06	2·86	3·83
April	0·80	2·27	1·95	4·10	4·70	2·22	2·04	1·75	2·05	2·70	2·15	0·00
Mai	2·37	2·58	2·55	4·41	0·00	3·46	4·82	5·99	5·61	2·39	0·72	2·85
Juni	2·77	6·34	3·04	7·40	1·45	2·21	7·96	7·07	7·64	4·47	3·32	4·28
Juli	4·40	4·22	4·02	4·98	4·43	3·37	3·03	1·44	0·34	2·16	0·70	0·00
August	2·35	4·60	3·68	4·48	2·58	3·43	1·18	2·98	0·50	1·37	0·00	1·20
September	7·41	5·11	7·94	4·58	4·09	2·43	1·70	5·66	0·00	1·49	2·49	3·09
October	4·76	4·64	2·45	4·41	3·89	2·44	2·10	1·12	2·87	4·08	0·78	1·65
November	6·27	5·36	3·77	4·12	4·05	3·87	2·30	1·07	0·00	0·73	1·12	5·86
December	1·24	0·90	1·72	0·37	2·77	0·66	3·31	1·81	0·00	0·80	0·75	0·22
1847												
Jänner	0·00	0·74	1·96	3·13	0·29	2·13	4·40	1·81	2·84	2·40	2·22	2·27
Februar	5·08	2·66	2·76	4·28	1·65	4·00	3·57	3·34	0·15	2·97	0·27	3·71
März	2·75	6·56	3·34	6·37	0·00	1·35	3·50	1·47	0·33	2·24	1·18	3·51
April	3·51	3·12	4 58	5·08	2·68	2·34	1·32	1·82	2·57	4·24	4·32	4·32
Mai	0·00	3·43	3·82	6·37	2·41	1·85	4·72	2·77	6·39	4·78	4·06	2·48
Juni	1·48	5·44	2·71	5·30	0·00	4·92	0·84	2·68	0·54	4·02	2·57	2·28
Juli	2·73	1·95	1·60	3·93	5·21	5·85	4·89	5·80	4·78	5·01	6·12	6·58
August	5·70	5·86	5 50	5·54	5·50	5·33	6·72	3·17	4·46	4·72	3·67	1·63
September	4·12	2·11	4·92	5·32	9·22	0·58	4·46	6·28	5·71	5·56	5·14	3·41
October	5·31	4·32	3·33	3·24	3·46	5·75	4·19	4·41	5·82	4·02	1·92	2·21
November	1·19	0·80	0·00	1·90	1·23	3·94	4·52	4·60	2·37	2·44	4·38	3·69
December	5·36	5·83	5·56	4·72	4·88	2·92	5·49	4·38	0·00	4·33	6·74	3·70
1848												
Jänner	10 03	4 20	3·93	7·72	7·94	6·34	0·60	2·72	4·12	4·32	6·87	0·00
Februar	1·78	0·05	5·92	2·40	0·00	2·05	2·47	8·48	3·70	3·77	2·36	8·42
März	3·65	6·92	3·79	3·35	6·67	1·21	2·49	3·23	0·00	3·18	4·26	5·32
April	2·60	3·45	2·99	2·38	4·66	8·44	4·01	5·32	5·52	7·08	2·87	6 54
Mai	2·33	2·77	2·65	0·58	5 12	0·31	2·94	2·96	0·88	2·52	3·44	1·97
Juni	5·93	7·43	3·32	6·39	0·25	2·53	3·32	3·60	3·54	3·62	2·85	0·00
Juli	0·00	4·20	0·96	4·56	1·97	3·04	0·42	2·31	2·36	0·53	0·21	1·26
August	2·91	4·62	3·31	5·08	3·26	4·84	0·40	5·24	1·77	1·92	1·22	0·25
September	4·21	4·43	4·62	2·95	4·37	2·32	1·78	0·28	5·43	3·80	5·37	4·61
October	5·97	4·08	8·71	0 00	3·07	7·19	3·73	6·83	4·07	0·61	6·41	0·47
November	2·26	6·31	8·58	3·26	6·36	4·23	3·41	6·26	0·00	3·54	5·27	1·98
December	1·45	0·85	1·33	2·47	0·77	2·06	0·93	1·98	2·02	2·69	3·10	1·48
1849												
Jänner	4·13	3·13	4·62	3·16	3·53	6·27	4·85	2·73	4·42	3·21	3·99	0·00
Februar	0·45	3 35	1·56	2·88	1·63	3·89	6·19	5·48	2·87	3·33	4·20	0·46
März	4·93	5·05	5·13	4·43	6 59	5·52	5 50	6·56	5·75	6·98	4·78	3·81
April	3·79	1·11	4·06	5·01	3·99	3·54	3·72	3·02	2·71	1·85	0·00	2·71
Mai	1·95	2·56	2·15	2·28	2·74	1·31	4·55	3·07	3·07	2·02	4·10	4·20
Juni	1·93	4·23	1·51	1·98	2·26	2·96	3·61	3·89	0·00	3·36	4·13	3·94
Juli	0·00	5·74	5·01	7·10	5·70	5·04	8·01	6·26	5·70	6·92	6·79	6·04
August	1·73	2·38	4·22	4·85	5·19	3·48	2·55	4·31	0·09	4·15	1·75	4·84
September	3·92	7·03	3·38	6·63	2·76	6·50	6·53	2·00	0·00	2·97	6·63	6·38
October	3·05	3·69	2·04	3·49	3·11	5·15	3·06	2·73	0·00	3·35	4·37	2·64
November	4·20	2·44	5·24	0·70	7·27	2·93	3·88	4·76	4·84	5·74	2·01	1·73
December	2·04	3·60	2·19	3·53	0·00	5·02	0·63	6·42	3·53	4·60	2·85	4·68

VIII.

Die Zahlen der Tafel V wurden in Jahresmittel vereinigt, welche sammt den daraus gezogenen Gesammtmitteln in der folgenden Tafel dargestellt sind.

Tafel VI. Jahresmittel (in $\frac{1}{10000}$ Theilen der horizontalen Intensität).

Jahr	Östliche Stundenwinkel											
	12^h-11^h	11^h-10^h	10^h-9^h	9^h-8^h	8^h-7^h	7^h-6^h	6^h-5^h	5^h-4^h	4^h-3^h	3^h-2^h	2^h-1^h	1^h-0^h
1840	3·272	3·197	3·237	3·666	3·587	3·187	2·670	3·115	3·184	1·997	2·948	2·925
1841	4·109	3·777	3·962	4·955	4·903	4·072	3·933	3·221	2·791	2·413	2·838	3·173
1842	3·405	4·658	3·673	4·433	4·411	3·684	2·771	2·045	2·944	3·345	2·750	3·666
1843	2·933	3·327	2·878	3·047	2·953	4·170	2·709	3·247	2·383	2·873	3·172	3·428
1844	2·120	3·260	2·948	2·499	2·371	2·187	2·273	3·150	2·774	2·843	3·485	3·616
1845	2·346	2·841	3·465	3·373	3·209	2·677	2·670	1·953	2·349	1·822	2·717	2·966
1846	3·352	2·333	3·507	3·593	3·539	3·920	3·549	2·314	3·438	3·153	4·568	3·613
1847	3·588	4·513	4·504	4·338	4·135	4·102	4·132	2·919	2·870	3·057	2·643	3·055
1848	3·137	2·766	3·385	4·243	3·710	4·602	4·569	4·689	3·899	3·019	3·273	3·297
1849	4·541	4·812	5·028	5·593	4·573	4·572	4·501	4·409	4·053	3·139	2·230	3·324
Gesammtmittel	3·280	3·548	3·659	3·974	3·739	3·717	3·378	3·106	3·068	2·766	3·062	3·306

Jahr	Westliche Stundenwinkel											
	0^h-1^h	1^h-2^h	2^h-3^h	3^h-4^h	4^h-5^h	5^h-6^h	6^h-7^h	7^h-8^h	8^h-9^h	9^h-10^h	10^h-11^h	11^h-12^h
1840	2·632	1·842	1·857	1·986	2·752	2·478	2·767	2·931	2·534	2·524	2·679	3·305
1841	3·477	4·660	3·591	4·409	3·676	3·970	3·217	3·051	2·961	3·530	3·158	3·818
1842	3·494	3·928	2·915	3·199	4·311	4·051	3·998	3·491	4·382	3·075	3·955	3·215
1843	4·121	4·149	3·559	4·113	4·688	4·317	4·818	4·409	3·567	3·577	2·898	2·777
1844	3·586	3·847	4·021	4·135	4·133	4·482	3·467	3·540	3·322	2·720	2·408	2·847
1845	3·590	3·563	4·013	4·451	4·334	3·322	3·475	2·952	3·671	3·207	2·679	3·413
1846	3·707	4·146	3·860	4·638	3·313	3·167	3·621	3·507	2·772	2·837	2·456	3·015
1847	3·102	3.568	3·340	4·599	3·044	3·413	4·052	3·544	2·997	3·894	3·549	3·316
1848	3·593	4·109	4·176	3·428	3·703	3·713	2·208	4·101	2·784	3·132	3·684	2·692
1849	2·677	3·701	3·426	3·837	3·731	4·301	4·423	4·269	2·748	4·040	3·800	3·453
Gesammtmittel	3·398	3·751	3·476	3·879	3·768	3·721	3·615	3·579	3·174	3·254	3·127	3·185

Die in dieser Tafel gegebenen Gesammtmittel stellen die Einwirkung des Mondes auf die horizontale Componente der magnetischen Erdkraft dar, und wenn sie in ihrem Gange auch noch nicht die Regelmässigkeit zeigen, welche ihnen eine länger fortgeführte Beobachtungsreihe und die Möglichkeit alle störenden Einflüsse strenger auszuscheiden ohne Zweifel gewähren werden, so kann doch schon jetzt das Gesetz ihres Ganges im Allgemeinen wahrgenommen werden.

Nach demselben ist:

1. Die horizontale Erdkraft in Folge der Mondwirkung bei seinem Durchgange durch den unteren Theil des Meridians im Wachsen begriffen, und gelangt 4 oder 5 Stunden nach derselben zu einem Maximum, welchem nach 6 Stunden, also noch vor der oberen Culmination ein Minimum folgt.

2. Zur Zeit dieser Culmination nimmt die Kraft ebenfalls zu, erreicht, wenn der Mond 4 oder 5 Stunden westlich vom Meridian entfernt ist, wieder ein Maximum und ungefähr nach 6 Stunden ein zweites Minimum, wie dies bei dem östlichen Stande des Mondes der Fall war.

3. Die beiden Maxima sind nicht sehr von einander verschieden, ihr Unterschied beträgt, wenn man ja den Zahlen so viel Zutrauen schenken darf, nur $\frac{10}{1000000}$ der Horizontalkraft, und es ist das östliche Maximum das grössere. Das östliche Minimum ist schärfer ausgedrückt, und kleiner als das westliche, der Unterschied beläuft sich auf $\frac{36}{1000000}$ der Horizontalkraft.

4. Demnach scheint die Änderung bei östlichem Stande des Mondes grösser zu sein, als bei westlichem. Im ersten Falle beträgt sie $\frac{121}{1000000}$, im zweiten nur $\frac{75}{1000000}$ der Horizontalkraft.

Es ist dies Ergebniss dem für die Declination gefundenen ganz entsprechend; auch dort zeigte sich eine grössere Einwirkung, wenn der Mond östlich vom Beobachtungsorte steht, eine kleinere bei westlichem Stande. Die Wendepunkte fielen jedoch dort mit den Culminationen und mit dem Durchgange des Mondes durch den ersten Vertikal zusammen, während sie jetzt vor diesem Durchgange und vor den Culminationen eintreten.

Ist die Wahrnehmung, dass der Mond bei östlichem Stande mehr auf die Erde einwirkt, als bei westlichem, in der Natur gegründet, so findet sie ihre Erklärung wohl am einfachsten in der Beschaffenheit der Oberfläche unseres Planeten und in der Lage unseres Beobachtungsortes, welcher gegen Osten mit viel ausgedehnteren Landstrecken in Verbindung ist, als gegen Westen, wo er nicht minder ausgedehnten Wasserflächen näher liegt. Beobachter an Orten von entgegengesetzter Lage, z. B. an der Ostküste von Amerika, würden über die Richtigkeit dieser Annahme am ersten entscheiden können.

IX.

Um zu erkennen ob und wie die Einwirkung des Mondes auf die horizontale Intensität von den Jahreszeiten abhängig sei, wurden die Tafeln VII, VIII und IX zusammengestellt, von denen die erste die zehnjährigen Mittel eines jeden Monats, in $\frac{1}{10000}$ Theilen der Horizontalkraft ausgedrückt, enthält, und aus der Tafel V gerechnet ist, indem man die in jedem Jahre zu demselben Monate gehörigen Zahlen in ein Mittel zusammengab. Die Tafel VIII wurde aus Tafel VII gefunden durch die für jeden Monat ausgeführte Subtraction der in der Spalte $3^h—2^h$ der östlichen Stundenwinkel befindlichen Zahlen von den unter $9^h—8^h$ aufgeführten; für die westlichen Stundenwinkel wurden die Zahlen unter $10^h—11^h$ von denen unter $3^h—4^h$ subtrahirt. Die Tafel IX gibt den Gang der Mondwirkung für die verschiedenen Jahreszeiten, von denen der Winter die Monate December, Jänner, Februar, der Frühling die Monate März, April, Mai, der Sommer die Monate Juni, Juli, August, der Herbst die Monate September, October, November begreift.

Tafel VII. Zehnjährige Monatmittel.

	Östliche Stundenwinkel											
	$12^h—11^h$	$11^h—10^h$	$10^h—9^h$	$9^h—8^h$	$8^h—7^h$	$7^h—6^h$	$6^h—5^h$	$5^h—4^h$	$4^h—3^h$	$3^h—2^h$	$2^h—1^h$	$1^h—0^h$
Jänner	2·893	2·732	3·249	3·239	3·132	2·945	3·509	3·213	3·935	3·850	3·474	3·649
Februar.....	3·992	3·371	3·565	4·100	2·918	4·195	3·843	2·804	3·039	3·251	3·241	3·994
März	2·769	3·551	3·694	4·023	4·000	3·685	3·156	3·260	4·377	3·461	2·405	3·172
April	2·610	3·593	3·164	4·380	3·444	3·958	2·823	3·079	2·537	2·912	2·308	2·380
Mai	2·524	3·679	4·440	3·578	4·353	3·747	3·472	3·234	2·373	2·086	3·051	3·036
Juni	3·739	3·702	4·599	4·821	4·792	3·903	3·379	3·247	2·296	3·254	3·540	4·211
Juli	3·563	3·498	3·849	4·048	3·179	3·679	3·189	2·771	2·376	2·130	2·013	2·948
August......	2·604	3·833	2·785	3·779	3·729	3·627	2·514	3·812	2·267	2·179	2·952	3·530
September ..	5·582	4·546	4·752	5·437	4·716	4·689	4·597	2·894	3·670	2·290	4·478	3·215
October.....	2·711	2·459	3·181	3·182	3·372	3·438	3·103	2·977	3·104	2·566	2·888	3·084
November ...	2·786	3·604	2·998	3·593	3·741	3·648	2·882	3·396	4·063	3·082	3·928	3·388
December ...	3·571	4·013	3·628	3·508	3·495	3·093	4·066	2·588	2·664	2·131	2·470	3·064

	Westliche Stundenwinkel											
	0^h-1^h	1^h-2^h	2^h-3^h	3^h-4^h	4^h-5^h	5^h-6^h	6^h-7^h	7^h-8^h	8^h-9^h	9^h-10^h	10^h-11^h	11^h-12^h
Jänner	3·682	2·943	2·850	3·479	3·809	4·478	3·537	3·227	3·744	4·020	4·499	3·057
Februar	3·534	3·635	4·098	3·801	3·076	4·008	3·868	4·673	3·944	3·222	3·892	3·629
März	2·973	3·709	3·021	3·582	2·874	2·818	3·005	2·640	1·770	2·714	2·827	3·397
April	3·250	3·791	3·482	4·527	4·757	4·620	4·056	3·720	3·366	3·684	2·316	3·541
Mai	3·023	3·366	3·173	4·270	3·831	3·467	3·893	3·780	3·236	3·059	2·224	2·821
Juni	3·725	4·889	3·055	4·595	3·226	2·976	4·133	3·552	3·270	2·598	3·203	2·544
Juli	2·676	3·970	3·633	4·507	3·584	3·297	3·212	3·346	3·466	3·131	3·693	3·256
August	3·349	4·488	3·098	4·531	3·806	3·859	3·168	2·972	2·076	2·843	1·613	2·939
September	4·599	4·443	4·424	4·441	4·623	3·043	4·590	3·791	4·330	3·881	5·093	4·600
October	3·885	3·033	3·507	2·910	3·668	4·268	3·214	3·090	2·839	3·042	1·907	2·017
November	3·188	3·678	3·155	2·704	4·368	4·105	3·700	3·591	2·843	3·443	2·414	3·309
December	2·897	3·062	3·213	3·296	3·599	3·705	2·879	4·458	3·200	3·407	3·840	3·110

Tafel VIII. Unterschiede zwischen Maximum und Minimum.

	Östliche Stundenwinkel		Westliche Stundenwinkel
Jänner	— 0·611	Jänner	— 1·020
Februar	+ 0·849	Februar	— 0·091
März	+ 0·562	März	+ 0·755
April	+ 1·468	April	+ 2·111
Mai	+ 1·492	Mai	+ 2·046
Juni	+ 1·567	Juni	+ 1·392
Juli	+ 1·918	Juli	+ 0·814
August	+ 1·600	August	+ 1·918
September	+ 3·147	September	— 0·652
October	+ 0·616	October	+ 1·003
November	+ 0·511	November	+ 0·310
December	+ 0·377	December	— 0·544

Tafel IX. Zehnjährige Mittel nach den Jahreszeiten.

	Östliche Stundenwinkel											
	12^h-11^h	11^h-10^h	10^h-9^h	9^h-8^h	8^h-7^h	7^h-6^h	6^h-5^h	5^h-4^h	4^h-3^h	3^h-2^h	2^h-1^h	1^h-0^h
Frühling	2·634	3·608	3·766	3·994	3·932	3·797	3·150	3·191	3·096	2·820	2·588	2·863
Sommer	3·302	3·678	3·744	4·216	3·900	3·736	3·027	3·277	2·313	2·521	2·835	3·563
Herbst	3·693	3·536	3·644	4·071	3·943	3·925	3·527	3·089	3·612	2·646	3·765	3·229
Winter	3·419	3·372	3·481	3·616	3·182	3·078	3·806	2·868	3·213	3·077	3·062	3·569

	Westliche Stundenwinkel											
	0^h-1^h	1^h-2^h	2^h-3^h	3^h-4^h	4^h-5^h	5^h-6^h	6^h-7^h	7^h-8^h	8^h-9^h	9^h-10^h	10^h-11^h	11^h-12^h
Frühling	3·082	3·622	3·225	4·126	3·821	3·635	3·651	3·380	2·791	3·152	2·456	3·253
Sommer	3·250	4·449	3·595	4·544	3·539	3·377	3·504	3·290	2·937	2·857	2·836	2·913
Herbst	3·891	3·718	3·695	3·352	4·220	3·805	3·835	3·491	3·337	3·455	3·138	3·309
Winter	3·371	3·213	3·387	3·525	3·495	4·064	3·428	4·119	3·629	3·550	4·077	3·265

Diese Tafeln zeigen, dass die Mondwirkung auch in eine jährliche Periode eingeschlossen ist, indem sich der in VIII ausgesprochene Gang in den Sommermonaten am schärfsten darstellt, in den Wintermonaten aber oft in den entgegengesetzten übergeht. Diese jährliche Änderung ist, wie die Zahlen der Tafel VIII beweisen, bei den östlichen Stundenwinkeln augenfälliger ausgeprägt, als bei den westlichen, wo sie von bedeutenden Sprüngen, welche wahrscheinlich von den störenden Ursachen herrühren, mehr verhüllt wird. Diese Störungsursachen treten in einem Monate, in welchem sie sich überhaupt kräftiger

zeigen, nämlich im September auf eine Weise hervor, dass die Zahlen dieser Tafel im genannten Monate ihr gesetzliches Mass weit überschreiten, und zwar sowohl bei östlichen als westlichen Stundenwinkeln, aber im entgegengesetzten Sinne, eine Erscheinung, die von den Beobachtern vielleicht schärfer ins Auge gefasst zu werden verdient.

Auf Tafel IX ersieht man, dass das Maximum bei östlichen Stundenwinkeln zu allen Jahreszeiten in derselben Mondstunde eintritt, bei den westlichen Stundenwinkeln aber verschiebt es sich schon im Herbste, und fällt im Winter gar auf die Stunde des Minimums; das Minimum hält auch bei östlichem Stundenwinkel seine Zeit weniger genau ein.

Die letzte Tafel zeigt auch, dass die Wirkung des Mondes zu beiden Seiten des Meridians denselben Gang befolgt, und zwar nicht nur in Beziehung auf die täglichen Änderungen, was schon aus den Gesammtmitteln der Tafel VI geschlossen wurde, (S. 58), sondern auch in der jährlichen Periode, denn man sieht das Maximum (um 9^h—8^h) vom Frühling auf den Sommer wachsen, dann abnehmen, das Minimum (um 3^h—2^h) aber im Gegentheile vom Frühling zum Sommer abnehmen, dann wachsen, und dieser Gang trifft mit wenigen, wahrscheinlich von Störungen herrührenden Ausnahmen, sowohl bei den östlichen als westlichen Stundenwinkeln ein. Wollte man also diese Zahlen graphisch darstellen, so würden sie durch zwei nahezu parallele Curven ausgedrückt werden, von denen die eine den östlichen, die andere den westlichen Stundenwinkeln gehört. Es wird demnach auch erlaubt sein, sie in Eine zu verschmelzen, wodurch manche Unregelmässigkeiten verschwinden werden.

Vereinigt man die beiden Theile der Tafel IX in eine einzige Tafel, indem man aus den beiden Zahlen, welche derselben Jahreszeit angehören, und in der nämlichen Spalte stehen, ein Mittel bildet, so erhält man folgende Tafel.

Tafel X. Mittel aus der vorigen Tafel.

	12^h—11^h	11^h—10^h	10^h—9^h	9^h—8^h	8^h—7^h	7^h—6^h	6^h—5^h	5^h—4^h	4^h—3^h	3^h—2^h	2^h—1^h	1^h—0^h
Frühling	2·858	3·615	3·496	4·060	3·876	3·716	3·401	3·286	2·943	2·986	2·522	3·058
Sommer	3·276	4·063	3·670	4·380	3·720	3·556	3·266	3·284	2·625	2·689	2·835	3·238
Herbst	3·792	3·627	3·670	3·712	4·082	3·865	3·681	3·290	3·475	3·050	3·452	3·269
Winter.......	3·395	3·292	3·434	3·571	3·338	3·571	3·617	3·493	3·421	3·314	3·570	3·417

In den Zahlen dieser Tafel zeigt sich der Gang der Mondwirkung noch deutlicher. Es sind nämlich die Unterschiede zwischen Maximum (9^h—8^h) und Minimum (3^h—2^h)

im Frühling	1·074	im Herbst	1·237
„ Sommer	1·755	„ Winter	0·251

Das Zunehmen dieser Unterschiede ist aber nicht, wie man im ähnlichen Falle bei der Declination gesehen hat (Einfluss des Mondes auf die magnetische Declination Tafel XIII), bloss Folge der Änderung in E i n e m Extreme, sondern beide tragen fast gleichmässig dazu bei. Denn die Änderung beträgt vom Sommer zum Winter:

beim Maximum . . . . . . 0·809
„ Minimum . . . . . . 0·625

so dass der Unterschied dieser Änderungen recht gut seinen Grund in fremdartigen Ursachen haben kann.

X.

Um die Wirkung des Mondes mit der der Sonne vergleichen zu können, wurden die corrigirten Intensitäten jener Monate der Jahre 1840 und 1841, in welchen auch während der Nachtstunden beobachtet worden war, in folgende Tafel zusammengestellt:

Tafel XI. Monat- und Jahresmittel der corrigirten Intensität.

	Jänner 1841	Februar 1841	März 1841	April 1841	Mai 1840	Juni 1840	Juli 1840	August 1840	Sept. 1840	October 1840	Nov. 1840	Dec. 1840
12^h	614·23	627·14	653·34	668·76	609·32	602·45	593·88	746·98	761·79	760·67	766·70	761·90
14	615·10	628·17	657·17	669·83	610·50	601·80	594·47	754·31	759·02	764·09	771·65	764·21
16	621·12	629·12	655·00	663·72	608·43	598·43	592·26	747·38	760·93	756·00	776·07	766·70
18	624·38	632·32	655·78	666·46	597·01	592·12	583·85	733·25	754·87	764·10	775·83	772·34
20	622·75	632·37	642·61	656·39	580·72	575·95	566·81	717·05	735·04	751·52	769·95	772·37
22	610·47	619·36	636·08	636·43	576·92	571·91	551·50	707·81	716·66	730·90	758·92	759·29
Mittag	605·67	615·67	635·32	638·27	588·62	578·73	558·18	714·33	730·18	734·12	757·92	750·60
2	616·11	614·97	645·27	650·45	596·45	589·73	573·71	729·70	747·26	738·71	759·65	752·84
4	613·28	613·55	644·29	657·94	597·95	596·33	586·96	738·66	747·80	738·62	760·42	754·07
6	613·23	622·05	652·47	665·83	606·23	602·91	588·81	747·71	755·77	747·27	766·81	756·05
8	617·74	623·15	655·22	667·54	610·67	609·69	599·49	755·80	762·01	756·12	770·89	759·34
10	618·62	630·78	656·87	667·33	614·56	607·92	597·87	755·45	762·92	761·27	775·86	761·20
Mittel....	616·06	624·05	649·12	659·09	599·78	594·00	582·32	737·37	749·52	750·28	767·56	760·91

Die Zahlen dieser Tafel sind zwar für verschiedene Monate unter einander nicht vergleichbar, weil im Laufe des Jahres (nämlich im Anfange August 1840) eine Änderung in der Stellung des Spiegels vorgenommen wurde, und weil sie zu verschiedenen Jahrgängen gehören, also wegen Wärme und Änderung des Stabmagnetismus mit verschiedenen Constanten corrigirt worden sind; allein da es sich hier nur um die Änderungen während eines Tages handelt, so entsteht dadurch keine Schwierigkeit. — Die Tafel gibt den von der Sonnenwirkung abhängigen Gang der Intensität, wenn man von den zu jeder Beobachtungsstunde gehörigen Zahlen das Mittel nimmt. Diese Mittel findet man in der mit ☉ bezeichneten Spalte der folgenden Tafel.

Den vom Monde hervorgebrachten Gang hat man aus Tafel VI. Um ihn jedoch mit der vorhergehenden Tafel XI in Übereinstimmung zu bringen, muss bemerkt werden, dass in Tafel VI die Mittel der Zahlen, welche in zwei auf einander folgenden Spalten stehen, zu derjenigen vollen Stunde gehören, welche in jeder Überschrift dieser beiden Spalten erscheint. So z. B. ist bei den östlichen Studenwinkeln

das Gesammtmittel für 11^h—10^h . . . . . . 3·548
„ „ „ 10 — 9 . . . . . . 3·659
also gehört das Mittel . . . . . . 3·6035

für den östlichen Stundenwinkel 10^h oder die Mondenzeit 14^h, wenn man den Mondentag von der oberen Culmination anfangend bis 24 Stunden zählt. Auf diese Weise fand man die Zahlen, welche in der folgenden Tafel unter der Bezeichnung ☾ vorkommen, und für welche die in der ersten Spalte gegebenen Stunden Mondenzeit bedeuten, während sie für die unter ☉ vorkommenden Zahlen, Sonnenzeit anzeigen. Die beiden letzten Spalten wurden nur zur Erleichterung der Übersicht gebildet, indem man von allen Zahlen derselben Spalte das kleinste Minimum abzog.

Tafel XII. Zusammenstellung der Sonnen- und Mondwirkung.

Sonnen- oder Monden-Zeit	☉	☾	Sonne	Mond
12^h	680·60	3·232	24·25	0·318
14	682·53	3·603	26·18	0·689
16	681·26	3·857	24·91	0.943
18	679·53	3·547	23·18	0·633
20	668·63	3·087	12·18	0·173
22	656·35	2·914	0·00	0·000
Mittag	658·97	3·352	2·62	0·438
2	667·90	3·614	11·55	0·700
4	670·82	3·824	14·47	0·910
6	677·09	3·668	20·74	0·754
8	682·31	3·377	25·96	0·463
10	684·22	3·191	27·87	0·277
		Mittel	17·826	0·525

Man sieht aus diesen Zahlen, dass sowohl durch die Sonne als durch den Mond die Intensität um 22^h zu einem Minimum gelangt, dass aber das Maximum durch die Sonne gegen Mitternacht eintritt, und dass einjährige Beobachtungen nicht entscheiden können, ob durch die Sonne nur zwei Wendungen Statt finden, oder ob, wie die Zahlen der Tafel aussagen, um Mitternacht sich zwischen den zwei naheliegenden Maximis ein zweites Minimum ergibt. Beim Monde sind, wie schon früher gezeigt wurde, die Wendungen sehr ausgesprochen und ganz symmetrisch vertheilt, und bestehen aus zwei Maximis (um 16^h und 4^h Mondenzeit) und zwei Minimis (um 22^h und 10^h).

Es muss jedoch hierbei bemerkt werden, dass die Änderungen, welche die Sonne hervorbringt, durch eine andere Einheit ausgedrückt sind als die durch den Mond bewirkten. Für erstere sind die Scalentheile das Mass, denen nach VII der Werth 0·000056 in Theilen der Horizontalkraft zukömmt, während letztere durch Zehntausend Theilchen dieser Kraft gemessen werden. Um also jene auch auf dieses Mass zu bringen, muss man sie mit 0·56 multipliciren.

Um auch die jährliche Änderung zwischen Sonne und Mond zu vergleichen, hat man die Unterschiede zwischen Maximum und Minimum aus Tafel XI

für März	21·85	für September	46·26
„ April	33.40	„ October	33·19
„ Mai	37·64	„ November	18·15
„ Juni	37·78	„ December	21·77
„ Juli	47·99	„ Jänner	15·45
„ August	47·64	„ Februar	18·82

Stellt man diese Grössen nach Jahreszeiten zusammen, multiplicirt sie mit 0·56, und vergleicht sie mit denen, welche früher für den Mond gefunden worden sind, so ergibt sich:

Jahreszeit	☉	☾
Frühling	17·34	1·07
Sommer	24·90	1·75
Herbst	18·22	1·24
Winter	10·46	0·25
Mittel	17·73	1·08

Im Allgemeinen zeigen diese Zahlen wohl einen übereinstimmenden Gang, indem sie im Sommer am grössten, im Winter am kleinsten werden und der Herbst bei beiden den Frühling übertrifft. Allein im Winter ist die Mondwirkung unverhältnissmässig klein, und es zeigen auch die Zahlen der Tafel X, für diese Jahreszeit einen sehr unregelmässigen Gang.

XI.

Bei der Untersuchung des Einflusses, den der Mond nach der Stellung in seiner Bahn auf den Erdmagnetismus äussert, musste zuerst die mittlere Intensität für jeden Tag aufgefunden, und es musste bestimmt werden, welche Stunden dieselben am genauesten angeben. Da die Wendepunkte in verschiedenen Monaten zu so verschiedenen Zeiten eintreten, so liess sich nicht erwarten, eine Stunde angeben zu können, in welcher das ganze Jahr hindurch die beobachtete Intensität der mittleren so nahe käme, als es für den vorgesetzten Zweck nöthig ist. Doch lässt sich dies vielleicht durch eine Combination von mehreren Stunden erreichen. Es wurde auch hierzu die Tafel XI benützt, welche die auch während den Nachtstunden fortgesetzten Beobachtungen enthält.

Um aber eine bessere Übersicht über die Abweichungen vom Mittel zu erlangen, wurde aus dieser Tafel eine zweite gebildet, welche die Unterschiede des Jahresmittels vom Monatmittel einer jeden Stunde enthält, mit dem Zeichen +, wenn das Jahresmittel grösser ist, als das Monatmittel.

Tafel XIII. Unterschiede der Monatmittel von dem Jahresmittel.

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Summe
12^h	+ 1·83	— 3·09	— 4·22	— 9·67	— 9·54	— 8·45	—11·56	— 9·61	—12·27	—10·39	+ 0·86	— 0·99	— 77·10
14	+ 0·96	— 4·12	— 8·05	—10·74	—10·72	— 7·80	—12·15	—16·94	— 9·50	—13·81	— 4·09	— 3·30	—100·26
16	— 5·06	— 5·07	— 5·88	— 4·63	— 8·65	— 4·43	— 9·94	—10·01	—11·41	— 5·72	— 8·51	— 5·79	— 85·10
18	— 8·32	— 8·27	— 6·66	— 7·37	+ 2·77	+ 1·88	— 1·53	+ 4·12	— 5·35	—13·82	— 8·27	—11·43	— 62·25
20	— 6·69	— 8·32	+ 6·51	+ 2·70	+19·06	+18·05	+15.51	+20·32	+14·48	— 1·24	— 2·39	—11·46	+ 66·53
22	+ 5·59	+ 4·69	+13·04	+22·66	+22·86	+22·09	+30·82	+29·56	+32·86	+19·38	+ 8·64	+ 1·62	+213·81
Mittag	+10·39	+ 8·38	+13·80	+20·82	+11·16	+15·27	+24·14	+23·04	+19·34	+16·16	+ 9·64	+10·31	+182·45
2	— 0·05	+ 9·08	+ 3·85	+ 8·64	+ 3·33	+ 4·27	+ 8·61	+ 7·67	+ 2·26	+11·57	+ 7·91	+ 8·07	+ 75·21
4	+ 2·78	+10·50	+ 4·83	+ 1·15	+ 1·83	— 2·33	— 4·64	— 1·29	+ 1·72	+11·66	+ 7·14	+ 6·84	+ 40·19
6	+ 2·83	+ 2·00	— 3·35	— 6·74	— 6·45	— 8·91	— 6·49	—10·34	— 6·25	+ 3·01	+ 0·75	+ 4·86	— 35·08
8	— 1·68	+ 0·90	— 6·10	— 8·45	—10·89	—15·69	—17·17	—18·43	—12·49	— 5·84	— 3·33	+ 1·57	— 97·60
10	— 2·56	— 6·73	— 6·75	— 8·24	—14·78	—13·92	—15·55	—18·08	—13·40	—10·99	— 8·30	— 0·29	—119·59
$\frac{1}{2}(18^h+2^h)$	— 4·08	+ 0·41	— 1·41	+ 0·64	+ 3·05	+ 3·07	+ 3·54	+ 5·90	— 1·55	— 1·13	— 0·18	— 1·68	+ 6·58
$\frac{1}{2}(18^h+4^h)$	— 2·77	+ 1·11	— 0·92	— 3·11	+ 2·30	— 0·22	— 3·08	+ 1·42	— 1·81	— 1·08	— 0·56	— 2·30	— 11·03

Die letzte Spalte dieser Tafel enthält die Summen der auf derselben Zeile stehenden Zahlen. Diese Summen geben einen Anhaltspunkt für die Wahl der Stunden, aus denen die mittlere Intensität zum Vorschein kommen soll. Die Stunden 18^h, 4^h und 6^h weichen am wenigsten davon ab, und ihre Combination wird daher auch derselben am nächsten kommen. Am Ende der Tafel sind die beiden Combinationen $\frac{1}{2}(18^h+2^h)$ und $\frac{1}{2}(18^h+4^h)$, so wie ihre Summen angegeben. Die Summe von der ersten Combination ist zwar bedeutend kleiner als die der zweiten, was aber davon herrührt, dass in ihr sich die positiven und negativen Zahlen in einem grösseren Betrage tilgen, daher die absolute (ohne Rücksicht auf Zeichen genommene) Summe bei ihr grösser ausfällt, als bei der zweiten. Sie ist nämlich

für die Combination $\frac{1}{2}(18^h+2^h)$ . . . . . . 36·64
„ „ „ $\frac{1}{2}(18^h+4^h)$ . . . . . . 20·68

Aus diesem Grunde wurde die letzte Combination beibehalten, und nach ihr die in der folgenden Tafel enthaltenen mittleren Intensitäten gerechnet, denen in der nebenstehenden Spalte auch die Phasen und der Stand des Mondes beigefüg sind. In letzter Beziehung bedeutet

N den nördlichsten Stand oder die grösste nördliche Declination,
S „ südlichsten „ „ „ „ südliche „
Q „ Stand im Äquator mit der Bewegung gegen Nord,
q „ „ „ „ „ „ „ „ Süd,
P das Perigeum,
A „ Apogeum,
M die mittlere Entfernung mit nähernder Bewegung,
m „ „ „ „ entfernender „

Die eingeklammerten Zahlen wurden bei der folgenden Berechnung nicht berücksichtigt, da sie von Störungen herrühren, und meistens den schon früher S. 41 ausgeschiedenen Tagen angehören, welche aber ihren Einfluss auf dieses Element öfters durch längere Zeit ausüben und daher auch die der Störung nächstfolgenden Tage unbrauchbar machen.

Tafel XIV. Mittlere Intensität.

1840	Jänner	☾	Februar	☾	März	☾	April	☾	Mai	☾	Juni	☾
1	621·32		583·50		611·44		611·65		600·44		582·33	*N*
2	622·57		589·74		610·80	*M*	604·35	●	582·38	●*P*	596·68	
3	630·19	*S*	602·34	●	612·08		612·30		599·93		580·98	
4	574·97	●	601·89	*M*	605·92	●	600·89	*P*	608·68	*N*	586·79	
5	(547·36)		606·90		621·84	*Q*	598·49		598·59		601·30	
6	581·72		580·96	Q	611·85		608·29		602·88		592·66	
7	599·42		(540·13)		601·15		621·19	*N*	585·02		600·61	*m*☽*q*
8	598·16	*M*	(540·66)		612·56	*P*	621·68		598·32	☽	590·94	
9	591·58		(552·60)		619·96		629·98	☽	591·22	*m*	594·10	
10	609·88	*Q*	566·91	☽	604·62		621·10		593·00		586·10	
11	608·73		584·59		612·96	☽*N*	609·11		603·32	*q*	585·89	
12	597·94	☽	587·63	*P*	624·07		608·85	*m*	598·12		590·55	
13	576·44		591·08	*N*	595·18		620·90	*q*	594·66		593·61	
14	584·55		598·91		(577.02)		629·26		607·06		610·33	*A*
15	572·91		589·39		600·94		621·57		594·82	○	587·94	○*S*
16	561·66	*PN*	591·77		600·93	*m*	631·49	○	598·20	*A*	587·84	
17	560·08		591·25	○	617·83	*q*	611·38		589·37		593·89	
18	573·87		590·94	*m*	619·56	○	623·38		596·96	*S*	599·24	
19	585·45	○	605·79	*q*	626·93		611·87		606·25		607·14	
20	582·21		605·58		622·09		619·44	*A*	607·67		591·58	
21	582·45		(613·69)		597·37		619·08	*S*	604·98		605·72	*M*
22	586·91	*m*	595·12		604·24		610·64		600·04		604·47	*Q*
23	588·34	*q*	611·51		615·15	*A*	615·54		617·89	*M*	593·83	☾
24	596·80		607·19	*A*	612·83		613·42		590·82	☾	597·84	
25	599·25		606·65	☾	612·97	*S*	588·96	☾	589·64	*Q*	602·83	
26	605.27	☾	596·79		613·15	☾	596·81	*M*	595·67		602·20	
27	601·78		604·86	*S*	611·09		607·48		605·05		588·84	
28	602·72	*A*	594·45		595·51		595·06	*Q*	586·19		583·86	*PN*
29	586·66		601·31		611·15	*M*	598·81		609·82		601·26	●
30	596·08	*S*			595·19		590·23		580·01		586·94	
31	573·96				611·93	*Q*			(568·26)	*P*●		

1840	Juli	☾	August	☾	September	☾	October	☾	November	☾	December	☾
1	596·59			*qm*	751·05		756·98		762·20		783·72	
2	593·84		(684·68)		753·64		745·86	*AS*	764·23	☽	797·49	☽
3	599·43		705·25		745·12	☽	750·03	☽	760·71		779·47	*QM*
4	607·09	*q*	726·91		760·87	*A*	756·07		775·83		782·78	
5	570·02	*m*	733·66	☽	761·52	*S*	766·16		780·94	*QM*	783·85	
6	581·79	☽	751·71		745·74		750·17		781·74		783·49	
7	(565·98)		746·57	*A*	753·38		755·49		758·14		780·89	
8	583·97		720·20	*S*	746·43		752·37	*M*	757·77		788·16	
9	594·15		722·32		752·77		762·54	*Q*	761·05	○	785·84	○*PN*
10	584·24		749·84		766·54	*M*	775·49		768·63		789·21	
11	588·04	*A*	733·84		761·00	○*Q*	753·10	○	769·91	*P*	784·57	
12	586·53	*S*	744·06		758·06		763·77		778·97	*N*	753·73	
13	595·02		751·67	○	763·79		760·50		788·88		(746·31)	
14	588·24	○	757·76		763·88		762·77	*P*	760·74		760·25	
15	598·46		753·78	*QM*	758·52		764·52	*N*	758·29		766·31	☾*q*
16	585·38		765·86		765·47		751·52		750·08	☾	770·21	
17	586·74		753·25		753·85	*P*	748·27		767·84		761·46	*m*
18	(559·63)	*M*	757·41		749·30	☾*N*	773·50	☾	762·46	*q*	758·44	
19	570·66	*Q*	748·58		741·00		(730.88)		773·98	*m*	734·47	
20	579·09		733·88	☾	733·61		(724·67)		770·12		(709·59)	
21	581·99		744·29		(722·18)		739·53		(737·74)		(682·95)	
22	586·18	☾	(716·65)	*N*	(724·32)		726·51	*qm*	754·39		(717·83)	
23	575·37		(772·51)	*P*	(728·12)		729·64		758·97		744·55	●*S*
24	582·28		734·42		(720·83)	*qm*	749·65		769·02	●	727·01	*A*
25	570·15		738·86		732·31	●	733·99	●	778·48	*S*	744·67	
26	580·00	*PN*	729·65	●	734·00		746·04		777·25	*A*	764·28	
27	583·52		731·44		748·37		764·68		783·82		761·34	
28	586·60	●	745·13	*q*	751·21		(721·80)		765·60		763·48	
29	582·48		(678·84)	*m*	761·96		740·07	*S*	770·23		(711·37)	
30	586·20		729·25		766·40		751·15	*A*	774·31		750·05	*Q*
31	583·72		733·32				767·88				740 96	☽*M*

Tafel XIV. Mittlere Intensität.

1841	Jänner	☾	Februar	☾	März	☾	April	☾	Mai	☾	Juni	☾
1	600·46		624·73		633·70	N	665·48		643·81	q	626·06	
2	608·45		620·24	N	639·65		666·09		650·56		623·57	
3	606·15		629·19		644·39		665·88		639·57	m	616·84	
4	608·06		645·35	P	645·98	P	673·09	q	644·41		616·14	○S
5	611·31		627·10		645·33		666·91		647·65	○	629·01	
6	618·93	N	641·55	○	653·70		683·30	○	635·98		628·85	
7	614·21	○P	(572·38)		639·79	○	682·55	m	633·95		635·81	A
8	618·83		(583·08)	q	658·14	q	653·57		644·45	S	638·36	
9	610·24		597·36		655·38		659·76		645·53		642·76	
10	608·74		609·37	m	656·52	m	673·84		(612·72)		627·97	
11	616·65		622·07		668·09		663·23	S	629·95	A	635·53	
12	621·76	q	610·53		657·75		665·80		644·05		639·47	☾Q
13	625·86	m	619·85	☾	651·86		667·81	☾A	628·86	☾	664·10	M
14	(596·04)	☾	625·83		666·33		669·97		632·35		642·72	
15	(603·33)		607·11	S	635·42	☾S	663·68		649·41		630·59	
16	629·55		(597·81)	A	636·44	A	664·34		656·13	Q	626·72	
17	627·67		629·04		(629·42)		689·10		633·02	M	639·21	
18	631·96		631·62		647·72		651·44	Q	638·26		637·48	N
19	623·95	S	636·03		643·69		650·90	M	640.62		633·66	●
20	(604·94)	A	637·27		647·34		(637·22)		646·93		634·92	P
21	621·24		645·21	●	652·57		652·15	●	645·76	●	631·80	
22	625·18	●	650·10		654·27	Q	657·47		636·20	N	640·56	
23	628·95		(590·52)	Q	(634·17)	●	656·46		626·29	P	652·09	
24	624·06		611·10	M	(637·77)	M	649·62		630·96		634·13	
25	627·76		626·48		645·49		647·68	PN	637·04		644·01	☽q
26	629·34	Q	627·24		648·02		646·84		644·36		649·50	
27	634·82		618·24		658·37		652·56		632·96	☽	648·24	
28	625·58	M	634·52	☽	653·18		648·87	☽	623·83	q	643·09	m
29	631·53				659·63	N	650·53		620·76		632·68	
30	625·32	☽			653·09	☾	654·86		624·89		626·41	
31	(608·08)				661·69	P			627·38	m		

1841	Juli	☾	August	☾	September	☾	October	☾	November	☾	December	☾
1	640·42			A	493·91	○	486·84		499·09		542·17	P
2	645·14	S	517·81	○	507·38	Q	484·88		505·17	N	518·97	
3	655·42	○	519·95		507·15		500·98	M	497·48		(454·13)	
4	655·02		513·94		516·58		495·61		(446·26)	P	503·07	
5	656·20	A	521·45	Q	518·69	M	491·17		(468·46)		512·36	☽
6	646·92		517·14		513·84		487·56	N		☾	517·89	q
7	656·01		(485·94)		528·99		492·69	☾	487·44		517·35	
8	653·38		513·43	M	518·70	☾	494·00		495·56	q	528·07	
9	654·39	Q	498·83		518·17	N	474·22		504·24		515·77	m
10	653·91		507·90	☾	528·03		479·16	P	505·57		523·98	
11	653·53	☾	514·38		521·11		489·40		509·32		530·69	
12	649·53	M	503·70	N	551·33		495·55	q	495·24		539·73	●S
13	639·87		513·39		(489·95)	P	496·47		503·92	●m	547·82	
14	634·68		527·98		492·81		502·62	○	504·01		551·61	
15	634·59		520·77		492·32	●q	498·53		508·95	S	524·99	
16	635·00	N	512·57	●P	512·18		503·90	m	513·01		513·35	
17	637·12		496·40		514·32		499·29		522·97		531·10	A
18	645·79	P●	510·77	q	508·26		503·35		528·40		527·73	
19	655·24		515·69		499·89	m	494·70	S	(452·03)	A	527·06	Q
20	628·19		518·63		487·98		500·14		(453·01)		530·80	☽
21	622·25		513·08		488·79	S	(450·10)	☽A	504·46	☽	542·96	
22	620·78	q	508·35	m	491·97	☽	505·88		485·49	Q	550·73	M
23	627·82		510·25	☽	503·10		500·10		499·72		532·06	
24	(607·98)		(489·78)		523·40		498·31		499·63		552·60	
25	631·24	m☽	514·38	S	(463·46)	A	494·84	Q	515·49	M	547·55	
26	635·94		507·69		(420·72)		(457·07)		516·72		544·88	N
27	630·45		510·90		(457·10)		475·18		515·21	○	545·87	○
28	634·59		503·04	A	(448·45)		496·61	M	523·36	N	548·93	P
29	636·05	S	498·14		(460·43)	Q	507·18		525·14		549·46	
30	633·53		494·71		474·96	○	503·59	○	530·83		554·85	
31	640·18		498·06				494·39				536·19	

Tafel XIV. Mittlere Intensität.

1842	Jänner	☾	Februar	☾	März	☾	April	☾	Mai	☾	Juni	☾
1	(372·99)	☾	414·90		430·64		445·62		438·45		422·15	☾
2	(393·05)	*q*	413·12	☾	415·43	*m*	450·00	☾	450·57	☾	414·25	*Q*
3	411·80		417·62	*m*	441·96		458·54		423·49	*A*	421·23	
4	411·62		428·22		440·44	☾*S*	446·78		431·26		442·15	
5	415·93		417·92	*S*	443·17		457·06		429·62	*Q*	(383·59)	
6	412·05	*m*	430·56		424·25		455·01	*A*	451·18		(401·44)	*M*
7	411·18		(394·98)		433·84		454·75		423·22		408·88	
8	415·34		410·58		432·17		458·49	*Q*	416·63		409·65	●
9	420·07	*S*	426·76		446·17	*A*			437·89		428·40	*N*
10	417·30		429·98	●*A*	444·90		467·52	●	422·39	●	447·58	
11	420·77	●	424·25		467·95		447·54		415·89	*M*	417·35	
12	405·42		431·18	*Q*	457·38	●*Q*	457·41		435·33	*N*	430·93	*P*
13	411·73		408·47		488·33		421·40		436·98		431·15	
14	415·74	*A*	437·85		453·10		433·15	*M*	432·36		410·72	
15	420·93		421·96		464·17		(374·38)	*N*	420·61		404·19	☽*q*
16	409·40	*Q*	427·80		457·25		(392·77)		(402·37)		417·21	
17	417·78		423·79	*M*	425·70	*M*	428·21		(398·60)	☽	418·03	
18	405·25	☽	416·43	☽	440·84		438·18	☽	416·74	*P*	428·21	
19	409·51		401·22		425·14	☽*N*	442·11		411·03	*q*	442·47	
20	409·75	*M*	414·65	*N*	423·92		445·53		413·65		412·36	*m*
21	412·83		423·83		451·06		434·65	*Pq*	419·05		418·59	
22	414·79		425·33		447·62		442·66		421·59		438·44	○*S*
23	419·40	*N*	435·86		461·11		431·96		432·04		409·66	
24	410·65		425·14	*P*	444·32		435·73		420·49	○*m*	422·28	
25	408·05		(398·92)	○	438·32	*Pq*	440·75	○	437·77	*S*	424·13	
26	418·11	○	426·53	*q*	453·88	○	446·75		423·84		426·15	
27	430·86	*P*	425·48		459·41		458·05	*m*	417·12		425·03	
28	428·52		440·79		443·72		448·78	*S*	427·65		432·62	*A*
29	429·49	*q*			457·80		435·35		426·51		440·85	*Q*☾
30	422·52				448·09		434·04		415·92		430·56	
31	428·85				454·72	*Sm*			415·76	*A*		

1842	Juli	☾	August	☾	September	☾	October	☾	November	☾	December	☾
1	442·18			*M*	629·54		641·24		666·92		687·94	
2			662·41	*N*	624·46		645·09	*q*	653·50	●	691·25	●*S*
3	(384·57)		664·81		613·84		650·02	*P*	657·91		693·79	
4	(386·69)	*M*	673·86		623·91	●*P*	652·32	●	657·93		695·72	*m*
5	(375·54)		676·33		616·04	*q*	650·70		661·11	*S*	700·80	
6	408·14	*N*	688·91	●	615·62		648·34		668·36	*m*	693·85	
7	(384·50)		656·99	*P*	624·03		651·66		663·70		682·69	
8	403·02	●	668·35		621·33		648·85		666·43		685·57	
9	425·81		651·61	*q*	619·02		651·48	*Sm*	672·51		676·68	☽
10	402·95	*P*	660·24		625·54		656·38		637·76	☽	(674·85)	*AQ*
11	414·88		659·10		630·75	☽*Sm*	656·93	☽	644·27		690·35	
12	401·75	*q*	649·99		626·24		656·88		649·29	*AQ*	691·49	
13	403·23		646·39	☽			642·59		667·96		697·94	
14	409·67	☽	668·57		626·43		638·29		662·77		695·39	
15	405·54		646·43	*Sm*	620·47		654·71	*A*	670·05		688·09	
16	423·87		647·75		630·57		636·89	*Q*	664·50		691·04	*M*
17	429·68	*m*	653·26		626·79		652·15		661·43		696·23	○*N*
18	432·09		659·39		631·81	*A*	645·93		664·51	○	(684·59)	
19	425·15	*S*	634·39		626·29	○*Q*	647·22	○	670·31		690·71	
20	423·35		624·49		627·77		653·21		672·50	*NM*	697·06	
21	408·97		626·94	○	632·46		648·07		669·62		704·84	
22	416·22	○	628·05	*AQ*	637·21		656·68		603·22		702·37	*P*
23	423·18		631·24		624·67		658·18	*NM*	656·20		704·34	*q*
24	415·59		629·85		631·46		649·27		657·23		707·22	☾
25	425·91	*A*	625·09		636·96		651·40		667·36	☾	704·32	
26	425·84	*Q*	633·79		642·39	*NM*	658·78		674·74	*q*	705·66	
27	413·41		632·32		641·19	☾	633·36	☾	680·44		710·88	
28	430·59		619·90		663·07		646·37		686·23	*P*	711·82	
29	438·54		624·11	☾*M*	627·40		660·48		692·83		706·75	
30	429·27	☾	625·82	*N*	636·13		660·54	*q*	678·07		716·85	*Sm*
31	426·72		630·36				655·74	*P*			713·52	●

Tafel XIV. Mittlere Intensität.

1843	Jänner	☾	Februar	☾	März	☾	April	☾	Mai	☾	Juni	☾
1	534·73		536·60		548·88	⊕	748·25		734·69		744·55	*M*
2	(496·26)		542·23	*Q*	548·90	*Q*	752·50		743·97	*N*	740·11	
3	518·63		543·78		550·26	*A*	741·42		747·46		732·23	
4	516·33		550·26	*A*	553·25		741·83		745·47	*M*	729·03	
5	528·22		(519·44)		549·53		735·80	*N*	752·01		729·76	☽*q*
6	528·47	*Q*	545·68		550·06		(706·33)		749·74		730·99	
7	535·56	*A*	535·64	☽	(526·54)		714·35		(690·21)	☽	735·04	
8	524·79	☽	536·29		532·40		741·18	☽*M*	(690·30)		726·75	
9	528·73		535·81		537·10	☽*N*	717·83		706·77	*q*	729·37	*P*
10	527·59		536·81	*NM*	532·53	*M*	727·42		719·01		747·88	
11	534·61		545·47		534·36		728·88		714·55		740·50	
12	526·25	*M*	546·05		535·52		748·90	*q*	718·74	*P*	722·43	⊛*S*
13	523·65	*N*	537·14		530·31		730·72		726·48	⊛	723·04	
14	533·84		526·12	⊛	518·95		732·35	⊛*P*	(692·56)		722·14	
15	528·56		525·22		523·45	*q*	726·61		744·90	*S*	720·09	*m*
16	536·44	⊛	535·82	*Pq*	515·88	⊛*P*	736·53		722·38		723·58	
17	528·45		539·54		517·62		746·91		723·15		733·92	
18	528·05	*P*	544·21		498·41		748·45	*S*	725·37	*m*	724·14	
19	530·28		544·69		518·18		741·52		727·23		724·32	☾*Q*
20	533·59	*q*	540·97		499·66		741·94	*m*	822·73		737·97	
21	534·83		542·93	☾	492·99	*S*	740·59	☾	723·10	☾	741·31	*A*
22	555·88		543·64	*S*	502·81	☾	738·43		728·28	*Q*	745·56	
23	529·68	☾	548·68	*m*	506·17	*m*	742·33		729·93		744·57	
24	529·31		(521·38)		502·53		743·59		729·48	*A*	750·21	
25	525·78		543·10		508·49		750·51		733·27		752·71	
26	536·93	*Sm*	542·88		511·94		746·45	*Q*	746·87		749·39	*N*
27	542·69		552·39		513·75		747·29	*A*	739·65		748·34	⊕
28	543·91		550·16		513·65		741·75		737·91		749·40	*M*
29	533·67				499·54	*Q*	740·40	⊕	751·57	⊕	743·56	
30	542·97	⊕			496·76	*A*	747·49		745·74	*N*	753·69	
31	536·18				509·03	⊕			741·29			

1843	Juli	☾	August	☾	September	☾	October	☾	November	☾	December	☾
1	724·91		745·24		747·78	☽	741·50		756·92		766·68	
2	737·14		739·51		737·92	*S*	726·50	*m*	765·39	*Q*	760·44	
3	741·42	*q*	754·49	☽	740·31		737·81		751·74		767·78	*A*
4	735·34	☽	732·62		743·30	*m*	738·49		757·72		771·24	
5	737·09	*P*	733·95	*S*	731·94		(719·79)		755·23	*A*	772·47	
6	741·24		728·31		748·09		734·55	*Q*	747·78		776·40	
7	753·49			*m*	745·24		738·74		748·06	⊛	784·76	⊛*N*
8	743·12		741·02		748·75	⊛	742·89	⊛	750·62		771·29	
9	744·86	*S*	726·73		747·42	*Q*	733·90	*A*	756·80		782·65	
10	747·13		738·97	⊛	746·64		749·18		758·63	*N*	775·12	
11	735·54	⊛	734·40		740·22		756·24		762·58		770·48	*M*
12	741·10	*m*	745·14	*Q*	744·09	*A*	750·19		771·88	*M*	758·35	
13	745·98		741·58		743·51		744·52	*N*	752·50		774·10	
14	752·83		735·01		745·60		750·30		759·14		775·51	☾*q*
15	753·22		735·03	*A*	741·64		756·52		757·92	☾	774·98	
16	738·25	*Q*	739·88		741·61	*N*	744·23	☾*M*	764·38		785·45	
17	744·47		741·69		745·06	☾	736·13		763·15	*q*	786·02	
18	750·21		739·85	☾	748·41	*M*	739·31		768·15		782·73	
19	751·75	☽*A*	740·78		736·87		739·67		765·18		784·19	*P*
20	746·08		737·38	*N*	737·16		744·76	*q*	767·74	*P*	779·16	*S*
21	748·96		734·96	*M*	726·73		748·19		769·31	⊕	788·29	⊕
22	747·98		749·50		(720·41)		752·45		764·95		788·34	
23	748·29	*N*	732·53		729·24	⊕*q*	755·52	⊕*P*	769·80	*S*	789·98	
24	747·79		746·19		739·52	*P*	755·27		768·10		793·40	
25	735·88	*M*	753·67	⊕	738·74		752·26		764·13		795·35	*m*
26	(722·18)		740·04	*q*	740·20		743·39	*S*	770·31	*m*	791·81	
27	732·34	⊕	750·65	*P*			748·55		776·58		793·15	*Q*
28	732·80		750·88		737·28		753·91		767·24	☽	783·52	☽
29	736·79		752·34		752·01	*S*	759·57	*m*	765·48	*Q*	782·23	
30	743·93	*q*	751·26		746·28	☽	744·79	☽	776·16		787·67	*A*
31	736·10	*P*	748·76				751·08				767·11	

Tafel XIV. Mittlere Intensität.

1844	Jänner	☾	Februar	☾	März	☾	April	☾	Mai	☾	Juni	☾
1	548·71		549·80		554·80	*M*	538·14	*q*	544·12		551·89	*S*
2	540·22		554·61	*M*	557·85		556·41		541·98	⊛	551·30	
3	546·28	*N*	552·75		546·24		539·25	⊛	535·30	*P*	555·51	
4	548·80		546·21	⊛	548·46	⊛	552·93	*P*	537·34		553·69	
5	555·39	⊛	544·29		549·31	*q*			553·07	*S*	557·27	
6	543·31		549·63	*q*	542·68		545·84		541·00		559·12	*m*
7	546·77	*M*	548·12		(528·49)	*P*	572·69	*8*	545·96		566·58	☾*Q*
8	553·27		541·47		537·57		558·20		554·48		560·73	
9	552·79		550·03	*P*	541·47		556·27	☾	545·10	☾	572·66	
10	557·04	*q*	556·28		561·12		567·68		549·91	*m*	563·51	
11	548·26		553·85	☾	549·66	☾*S*	560·75	*m*	551·11	*Q*	561·70	
12	540·26	☾	555·03		545·92		562·36		557·07		561·34	
13	545·67		557·51	*S*	553·86		564·09		554·71		566·76	*A*
14	550·54		557·28		556·10		559·84	*Q*	562·38		555·49	
15	550·70	*P*	555·85		559·02	*m*	560·31		545·16		555·84	*N*
16	553·56	*S*	552·36	*m*	557·41		555·49		546·11	*A*	553·50	●
17	557·15		569·82		564·01		561·15	●	(512·96)	●	546·95	
18	544·63		558·51	●	567·22	*Q*	540·86		547·74		546·00	
19	551·13	●	562·55	*Q*	562·33	●	547·70	*A*	559·47	*N*	547·84	
20	548·04		566·18		555·18		549·84		562·46		548·74	*M*
21	553·75	*m*	569·09		556·66		656·18	*N*	560·05		552·11	
22	544·26		564·37		558·10		559·16		553·05		547·46	*q*
23	544·68	*Q*	558·64		555·12	*A*	559·44		555·21	*M*	553·83	☽
24	544·07		558·14	*A*	561·86		565·31		549·15		557·17	
25	545·12		560·36		567·35	*N*	549·19	☽	544·11	☽	549·79	
26	548·64		557·90	☽	565·07		548·77	*M*	547·12	*q*	543·08	
27	549·36	☽*A*	559·94	*N*	568·91	☽	540·15		543·84		538·62	
28	549·52		561·98		560·52		548·98		543·16		554·69	*PS*
29	549·89		561·41		559·76	*M*	537·44	*q*	543·39		545·50	
30	542·35				(538·13)		540·37		545·90		542·38	⊛
31	557·51	*N*			553·36				549·31	⊛*P*		

1844	Juli	☾	August	☾	September	☾	October	☾	November	☾	December	☾
1	535·74		570·13	*Qm*	534·77		523·77		560·71		567·36	
2	551·95		(527·95)		540·51		549·68	*AN*	562·56		570·90	*M*
3	547·44	*m*	540·00		542·73		550·21		553·08	☾	565·05	☾*q*
4	544·84		542·20		536·59	☾*A*	546·87	☾	552·08	*M*	570·11	
5	544·37	*Q*	542·21		542·58	*N*	550·60		555·31		567·87	
6	542·60		547·35	☾			553·96		561·97	*q*	569·49	
7	558·19	☾	543·09	*A*	563·24		552·85		562·57		571·06	
8	542·89		548·51		551·04		548·49	*M*	562·76		569·77	
9	535·85		553·59	*N*	546·06		548·73	*q*	566·30		568·08	*P*●
10	538·82	*A*	540·50		553·64	*M*	552·52		574·26	●	562·42	*8*
11	545·25		548·13		556·41		561·58		571·94	*P*	567·55	
12	555·57	*N*	541·03		554·53	●*q*	559·85	●	(539·31)	*S*	572·97	
13	543·65		547·35		555·50		558·10		562·85		566·85	
14	545·68		549·30	●*M*	558·35		565·67	*P*	570·10		569·40	
15	562·05	●	551·79		552·36		560·33		570·55		542·14	
16	552·53		548·76	*q*	544·86	*P*	558·54	*S*	540·01		553·13	☽*Qm*
17	553·80		550·27		553·14		556·62		(514·36)	☽	557·84	
18	553·26	*M*	556·51		551·34	*S*	560·27	☽	559·31	*Qm*	565·29	
19	554·89	*q*	548·30		549·71	☽	566·05		547·87		552·42	
20	559·41		559·21		560·90		556·03		562·18		564·41	
21	557·57		558·74	☽*P*	539·36		(496·08)	*m*	559·65		(536·27)	
22	556·85	☽	535·42	*S*	544·26		541·82	*Q*	557·84		549·33	
23	562·62		552·76		543·65		541·49		(525·27)		559·85	*AN*
24	560·91		536·11		547·86	*m*	545·96		552·05		568·28	⊛
25	555·27		544·02		559·18	*Q*	543·32		558·71	⊛*A*	569·75	
26	549·95	*PS*	540·81		530·23	⊛	539·62	⊛	560·88	*N*	567·82	
27	554·60		539·38		539·87		550·85		568·49		569·19	
28	547·23		547·01	⊛*m*	544·20		553·75		554·78		562·62	
29	551·07	⊛	548·28	*Q*	544·11		547·41	*A*	558·95		(505·29)	
30			545·10		534·32		553·07	*N*	559·38		541·32	*qM*
31	562·68		533·68				558·00				545·63	

Tafel XIV. Mittlere Intensität.

1845	Jänner	☾	Februar	☾	März	☾	April	☾	Mai	☾	Juni	☾
1	481·30	☾	508·50		500·58	☾	520·66		(497·19)		533·94	
2	487·33		510·99	S	503·51	S	522·75		517·15	Qm	535·41	
3	495·25		517·15		508·74	P	527·77		513·24		529·20	
4	495·85		515·62	P	511·42		529·75	Qm	521·47		518·85	
5	501·51		511·18		512·15		524·74		519·05		530·43	◍N
6	504·14	S	510·22	◍	512·07		527·37	◍	517·61	◍	537·85	A
7	515·30	◍P	516·14		515·25		526·12		520·53		535·90	
8	512·40		518 27	Q	510·09	◍Q	524·15		526·06		535·04	
9	502·67		523·47		509·51		533·83		521·76	N	528·19	
10	(484·03)		511·85	m	506·52	m	517·96		523·67	A	538·20	
11	495 89		515·34		508·45		523·71	N	534·70		537·76	
12	495·18	Q	511·00		511·84		526·41	A	515·63		528·96	
13	501·46	m	517 68		508·69		530·09		529·14		521·75	☽qM
14	512·75		513·14	☽	515·11		(489·63)	☽	520·23	☽	523·77	
15	515·46	☽	508·03		506·07	N	501·96		524 61		522·12	
16	515·12		511·23	AN	498·85	☽A	516·33		523·15	qM	513·29	
17	519·25		510·48		496·19		517·48		538·25		505·90	
18	511·45		513·81		501·44		519 71	M	536·17		508·69	
19	512·72	AN	512·22		512·66		527·05	q	514·10		515·52	S
20	485·62		512·17		509·65		514·54		515·68		519·57	☺P
21	503·83		506·87		504·66		512·63		516·10	☺	518 84	
22	501·36		494·35	☺	503·88	qM	521·33	☺	529·52	PS	514·42	
23	498·34	☺	504·58	q	504·63	☺	531·11		518·00		516·35	
24	493·00		499·35	M	492·16		546·06	P	516·39		522·19	
25	492·93		488·69		502·22		516·66	S	514·69		519·09	Q
26	500·55		491·90		508·63		530·93		524·57		507·06	☾
27	495·60	qM	498·36		507·21		526·25		530·74		520·42	m
28	499·33		491·59		521·47	P	512·99		534·72	☾	519·95	
29	502·67				512·65	S	505·50	☾	539·78	Q	508·23	
30	503·93				520·01	☾	514·57		538·37	m	511·04	
31	506·59	☾			518·63				516 66			

1845	Juli	☾	August	☾	September	☾	October	☾	November	☾	December	☾
1	511·53		496·78		483·73	◍	496·95	◍M	504·29		522·15	P
2	511·39	N	498·29		484·63	q	500·84		502·79	S	527·97	
3	501·91		491·17	◍	476·65		500·30		513·45	P	492·11	
4	509·00	A◍	483·47		484·08	M	507·05		518·47		(489·29)	
5	500·95		490·09		488·39		507·42		504·45		505·90	
6	500·21		492·61	q	484·94		507·36	S	513·36	☽	511·94	☽Q
7	504·65		495·44	M	496·49		510 64		506·73		528·37	
8	495·16		495·52		484·73		505·80	☽P	515·20		524·19	
9	496·26		496·20	☽	491·95	☽S	513·25		511·62	Q	528·49	m
10	498·43	q	492·25		493·15		495·81		521·36		529·21	
11	494·61	M	493·86		490·93		489·57		514·98	m	533·53	
12	492·71	☽	489·77	S	488·01	P	502·37		518·45		534·11	
13	485·91		497·14		494·00		510·95	Q	522·68		510·01	☺N
14	491·49		494·31	P	490·45		508·31		521·15	☺	526·76	
15	486·28		499·21		491·29	Q	509·54	☺m	523·81		528·71	
16	482·50	S	489·52	☺	492·21	☺	507·83		523·99	N	518·74	
17	483·63		485·38		495·54		508·86		516·26		523·85	A
18	484·53	P	479·54		485·54	m	512·92		502·93		512·25	
19	494·59	☺	484·12	Q	489·53		513·95		507·08	A	522·27	
20	483·53		491·56	m	488·14		(498·83)	N	519·37		531·41	
21	492·46		511·19		497·16		488·65		518·71		530·52	q
22	495·78	Q	503·05		500·36	N	497·07	A	520·36	☾	534·29	☾
23	496·79		501·11	☾	507·28	☾	500·04	☾	525·41	q	532·51	M
24	497·34		496·25		510·73	A	502·68		513·70		524·79	
25	476·87	m	499·85	N	472·86		511·32		526 62	M	535·85	
26	492·32	☾	517·98	A	482·14		499·00		526·85		539·18	
27	497·65		492·73		490·35		502·97	q	530·41		528·03	S
28	493·92		498·88		480·06		516·66	M	526·94		531·84	◍
29	496·25		506·54		487·77		512·39		517·79	◍	532·46	P
30	498·62	N	488·97		493·54	q	518·37		518·86	S	526·95	
31	493·09	A	495·19				524·40	◍			525·16	

Tafel XIV. Mittlere Intensität.

1846	Jänner	☾	Februar	☾	März	☾	April	☾	Mai	☾	Juni	☾
1	175·87		171·20		175·07		172·17	*N*	367·94		353·57	
2	179·07	*Q*	174·01	*m*	171·62	*m*	176·44		364·08		357·98	☽
3	172·16		175·83	☽	184·42		179·19	☽	362·18	☽*A*	354·96	*q*
4	169·77	☽	173·73		182·93	☽	175·19		356·82		349·19	
5	174·46	*m*	176·87		180·42	*N*	174·23	*A*	349·88		352·28	
6	167·92		174·52	*N*	181·64		175·45		350·58	*q*	356·28	*M*
7	162·03		166·78		181·17		(159·06)		358·83		355·85	
8	161·00		170·38		179·47	*A*	166·02		362·90		355·57	
9	163·12	*N*	162·91	*A*	176·73		170·62	*q*	355·23	*M*	360·15	⊛*S*
10	170·18		157·26		174·47		173·77		356·89		365·29	
11	171·65		157·70	⊛	174·75		(158·92)	⊛	360·54	⊛	362·45	
12	560·07	⊛	154·73		173·37		166·26	*M*	350·20		366·93	*P*
13	165·84	*A*	154·75	*q*	159·78	⊛*q*	168·66		360·75	*S*	365·88	
14	161·37		159·05		162·71		170·52		358·42		368·98	
15	157·63		157·56		159·89		170·39		363·52	*P*	367·20	
16	(186·84)		159·23	*M*	162·53	*M*	166·22	*S*	362·00		347·32	☾*Q*
17	174·87	*q*	158·79		161·63		173·68		373·62		357·79	
18	179·92		160·39		164·91		168·82	☾	376·40	☾	353·37	
19	185·15		156·66	☾	168·64	*S*	167·56		360·90	*Q*	348·95	*m*
20	185·21	☾*M*	156·38	*S*	172·38	☾	165·27	*P*	358·49		356·55	
21	185·96		156·06		168·19		169·25		369·02		353·71	
22	187·21		159·82		171·32		168·73	*Q*	364·42		360·79	*N*
23	185·86		161·99		170·15		171·67		(381·32)	*m*	355·73	◍
24	177·79	*S*	169·18	*P*	171·37	*P*	179·65		374·56		355·92	
25	177·67		169·10	◍	165·50		171·20	◍	362·42	◍	353·12	
26	179·98		(158·93)	*Q*	176·09	*Q*	169·24	*m*	363·30	*N*	355·75	
27	178·92	◍*P*	173·06		168·29	◍	172·52		363·37		352·16	*A*
28	170·53		173·25		168·81		169·36		362·91		354·26	
29	168·56				169·12		170·10	*N*	365·37		352·24	
30	175·76	*Q*			176·16	*m*	169·79		367·06		361·47	*q*
31	171·18				176·00				359·81	*A*		

1846	Juli	☾	August	☾	September	☾	October	☾	November	☾	December	☾
1	363·46	☽	359·75		354·77		362·09		368·25		387·43	
2	355·93		360·04		358·71		365·74		369·29		381·82	⊛*m*
3	352·73	*M*	361·63	*S*	361·20		360·68	*PQ*	368·01	⊛	384·42	*N*
4	350·97		354·73		338·32		364·61	⊛	376·82		381·15	
5	365·92		357·95		361·66	⊛*P*	361·42		370·25		385·55	
6	354·70		359·20		341·61	*Q*	365·89		373·06	*Nm*	388·75	
7	356·52	*S*	342·98	⊛*P*	345·83		367·77		378·46		388·79	
8	353·56	⊛	353·46		348·42		(335·42)		370·89		389·81	
9	357·75		347·82	*Q*	344·97		356·56	*m*	372·02		391·46	*A*
10	357·01	*P*	346·59		346·86	*m*	357·18	*N*	374·63		383·64	☾*q*
11	354·69		349·92		342·87		358·02		377·20	☾	384·60	
12	357·58		357·93		340·99	☾*N*	359·86	☾	374·43	*A*	391·88	
13	355·36	*Q*	(338·34)	☾	346·88		363·97		375·83	*q*	398·04	
14	357·10		360·54	*m*	342·76		366·11		373·98		383·92	
15	358·54	☾	347·79		335·46		368·85	*A*	377·06		369·46	*M*
16	359·24		344·28	*N*	343·80		367·63		377·16		361·58	
17	351·91	*m*	340·39		347·28	*A*	369·95	*q*	379·31		362·78	
18	359·38		348·88		345·87		376·50		354·70	◍*M*	359·37	◍*S*
19	360·94		348·18		348·78		376·08		363·55		351·72	
20	353·77	*N*	347·85		353·14	◍*q*	373·75	◍	369·84	*S*	344·42	
21	359·71		346·46	*A*	356·68		379·59		362·99		352·79	*P*
22	357·49		363·92	◍	340·40		366·25		372·52		361·88	
23	355·16	◍	358·26		341·33		372·96	*M*	374·03		356·94	
24	358·69		359·54	*q*	348·61		372·50	*S*	379·02		359·86	*Q*
25	358·44	*A*	348·59		349·27	*M*	374·51		381·80	☽*P*	356·91	☽
26	356·08		353·03		353·24		376·96		365·52		356·11	
27	359·58	*q*	356·07		356·06	*S*	376·18	☽	377·54	*Q*	360·00	
28	349·41		352·35	*M*	360·99	☽	375·96		379·63		356·81	*m*
29	359·38		347·47	☽	360·50		376·64		373·43		357·43	
30	360·96		351·00		363·30		375·16		385·67		353·83	
31	359·46	☽*M*	351·42	*S*			374·15	*PQ*			357·79	*N*

Tafel XIV. Mittlere Intensität.

1847	Jänner	☾	Februar	☾	März	☾	April	☾	Mai	☾	Juni	☾
1	273·85	⊛	255·33		255·41		279·45		272·04		273·16	
2	271·61		267·22		248·98	⊛*A*	280·87		282·25		265·27	
3	269·99		269·18	*A*	259·30	*q*	280·36		279·98		263·93	
4	272·10		271·21	*q*	264·65		272·49		281·21	*SM*	258·74	
5	266·91		274·59		261·37		268·58	*M*	283·42		265·32	
6	267·95	*A*	260·71		264·99		272·08	*S*	286·52		271·40	☾*Q*
7	271·89	*q*	252·18		265·61		276·06		291·88	☾	273·34	
8	275·33		257·11	☾	260·87		(240·77)	☾	273·35		266·69	*P*
9	284·55	☾	259·25		260·30	*M*	267·02		270·98		264·33	
10	277·69		257·39	*M*	256·46	☾*S*	267·74		283·40	*Q*	269·05	
11	266·95		256·15	*S*	258·87		271·60		281·85		261·72	
12	271·65	*M*	253·26		261·49		271·70		283·21	*P*	262·49	
13	266·08		254·10		260·86		272·74	*PQ*	285·28		260·91	◍*N*
14	256·80	*S*	255·10		256·22		276·95		281·43	◍	267·42	*m*
15	255·30		258·01	◍	269·42		268·52	◍	282·89		264·36	
16	255·89		265·18	*P*	267·57	◍*PQ*	272·42		(243·43)	*N*	267·63	
17	256·07	◍	263·57	*Q*	266·58		274·06		277·78		260·97	
18	259·79	*P*	267·42		276·89		272·36		272·89	*m*	273·35	
19	261·24		267·94		268·35		276·29	*N*	279·98		272·54	
20	263·61	*Q*	270·66		(246·81)		264·27	*m*	277·98		275·54	☽*Aq*
21	259·17		272·55		255·18		252·28		276·26		281·73	
22	260·89		256·49	☽	263·53	*m*	265·41	☽	279·95	☽	282·18	
23	261·61	☽	252·06	*Nm*	268·73	☽*N*	270·71		275·45	*A*	277·36	
24	268·07		256·52		259·60		272·21		281·61	*q*	278·09	
25	260·32		255·56		267·98		276·37		292·97		279·27	
26	264·55	*m*	258·06		270·59		283·99	*Aq*	280·08		279·17	
27	265·62	*N*	259·50		274·25		276·80		284·86		272·09	*SM*
28	266·76		261·76		274·55		279·67		280·01		280·00	⊛
29	258·59				280·57	*A*	284·53		282·61		274·06	
30	261·07				276·96	*q*	269·62	⊛	273·02	⊛	279·14	
31	263·28	⊛			276·40	⊛			276·72	*SM*		

1847	Juli	☾	August	☾	September	☾	October	☾	November	☾	December	☾
1	274·13		268·82		264·12	☾	260·13	☾	270·85		292·06	*q*
2	279·39		270·06		262·53		254·29	*m*	262·24		295·03	*A*
3	279·11	*P*	270·52	☾	263·88	*N*	265·23		274·02		275·91	
4	284·26		276·15		259·44	*m*	266·50		279·39	*Aq*	279·57	
5	280·68	*Q*	(246·62)		258·24		266·51		279·09		292·94	
6	283·49	☾	267·65		257·63		264·34		283·10		295·37	
7	286·86		272·19	*Nm*	260·98		271·37	*q*	282·79		298·32	◍
8	279·09		272·08		258·50		287·07	*A*	278·32	◍	284·68	*S*
9	281·33		270·41		252·17	◍	(299·73)	◍	277·66		284·10	
10	253·12		268·45		256·45	*q*	276·13		272·47		287·08	*M*
11	268·82	*Nm*	269·22	◍	264·02	*A*	280·99		274·08	*S*	286·98	
12	265·77	◍	265·35		265·25		278·33		278·50	*M*	285·51	
13	269·99		270·49		260·61		253·79		279·29		289·43	
14	268·68		276·16	*q*	266·48		269·19		280·51		293·36	☽
15	264·93		272·09	*A*	270·50		266·14	*S*	281·32	☽	297·42	*Q*
16	265·99		275·75		274·53		264·10	*M*	282·01		296·90	
17	266·83		285·78		268·67	☽	266·98	☽	299·19		289·24	
18	264·12	*Aq*	276·38		264·20	*SM*	265·36		285·74	*Q*	261·58	*P*
19	266·51		268·85	☽	268·68		270·66		288·62		259·78	
20	267·99	☽	272·03		258·95		272·10		275·34	*P*	(210·64)	
21	271·11		271·57	*SM*	265·43		276·94	*Q*	275·94		(229·20)	⊛*N*
22	271·85		267·17		263·61		286·03		285·76	⊛	256·16	
23	270·47		252·40		264·60		261·81	*P*	(258·26)		276·13	
24	266·48	*M*	259·07		236·47	⊛*Q*	255·25	⊛	264·51	*N*	279·53	*m*
25	264·18	*S*	256·83		(220·71)	*P*	240·15		265·66		286·42	
26	262·97		264·29	⊛	246·44		253·98		264·69	*m*	287·67	
27	264·77	⊛	265·56	*PQ*	(214·01)		262·04	*N*	286·11		287·84	
28	273·43		261·48		239·29		268·04		281·82		288·65	*q*
29	272·96		260·17		251·28		269·69	*m*	283·82	☾	290·12	☾
30	270·61	*P*	267·25		245·18	*N*	274·03	☾	287·27		284·59	*A*
31	270·83	*Q*	262·13				273·92				286·61	

Tafel XIV. Mittlere Intensität.

1848	Jänner	☾	Februar	☾	März	☾	April	☾	Mai	☾	Juni	☾
1	240·96		179·87	*S*	239·72	*M*	244·82		232·46		230·31	⊕
2	245·58		188·48	*M*	242·53		244·94		236·74	*P*	234·65	*N*
3	248·06		193·36		243·01		242·29	⊕*Q*	234·61	⊕	237·78	
4	234·21		196·15		244·94		244·81	*P*	236·84		245·35	
5	238·74	*S*	199·60	⊕	240·82	⊕	245·98		233·71		241·25	
6	237·50	⊕*M*	204·11		240·87	*Q*	245·51		234·15	*N*	243·56	*m*
7	(219·38)		199·68		237·70	*P*	226·69		235·95		245·45	
8	234·62		195·59	*PQ*	240·49		235·35		233·85		244·66	☽
9	225·45		201·92		237·33		232·45	*N*	225·58	*m*	242·90	*q*
10	220·05		202·10		238·72		240·82	☽	226·91	☽	243·33	
11	227·71	*Q*	206·77	☽	245·73		239·23	*m*	231·82		236·24	
12	210·20		205·52		246·17	☽*N*	237·63		231·80		241·78	*A*
13	205·81	☽*P*	203·88		249·27		242·89		231·77	*q*	235·24	
14	213·32		208·14	*N*	247·99		244·21		233·55		237·70	
15	216·77		215·58		236·75	*m*	248·70		237·51		235·75	
16	219·80		220·61	*m*	244·99		226·73	*q*	246·97	*A*	233·47	⊛
17	206·83		220·69		233·99		235·90		242·57		232·49	*S*
18	215·41	*N*	224·31		232·42		225·28	⊛*A*	234·24	⊛	235·29	
19	210·25		224·06	⊛	233·47	⊛*q*	233·66		213·85		234·33	
20	214·63	⊛*m*	217·74		211·86		239·86		222·82		235·42	*M*
21	212·29		(236·52)	*q*	230·58		246·20		229·83	*S*	226·87	
22	220·44		(184·62)		240·09	*A*	235·73		230·51		219·25	
23	218·93		196·11		242·71		234·00	*S*	230·77		214·60	
24	214·40		203·32	*A*	248·28		236·53		235·12	*M*	220·62	☾*Q*
25	215·37	*q*	211·77		237·55		239·56	*M*	230·36		224·21	
26	216·60		219·97		234·91		240·76	☾	232·66	☾	219·61	
27	215·63	*A*	219·35	☾	248·56	*S*	247·03		233·70	*Q*	221·04	
28	208·43	☾	229·50		248·80	☾*M*	244·94		228·16		222·88	*P*
29	186·68		231·44	*S*	248·56		240·57		225·82		224·86	
30	175·91				246·78		231·75	*Q*	228·26		217·68	⊕*N*
31	179·99				237·60				241·18	*P*		

1848	Juli	☾	August	☾	September	☾	October	☾	November	☾	December	☾
1	214·66		212·55		212·04		234·87	*A*	234·19	*S*	236·65	*M*
2	220·36		218·73		211·53		222·15		239·64		239·13	
3	226·36		212·43	*q*	216·88	*A*	228·73		239·74		242·71	☽
4	211·69	*m*	213·34		202·48		234·42	*S*	238·56	☽*M*	246·26	
5	238·36		210·16		205·10	☽	240·56	☽	238·11		247·68	*Q*
6	213·77		207·85	*A*	212·94		235·30		234·54		232·72	
7	225·08	*q*	204·89	☽	212·35	*S*	238·34	*M*	237·87		239·42	
8	206·55	☽	210·63		214·11		240·29		239·42	*Q*	240·86	
9	222·32		199·47		199·77	*M*	235·77		234·52		245·59	*P*
10	222·42	*A*	202·71		211·88		240·43		238·45		239·99	⊛
11	208·41		199·68	*S*	212·19		235·40	*Q*	220·74	⊛*P*	244·41	*N*
12	(185·82)		198·94	*M*	214·18		231·82	⊛	231·24		246·13	
13	194·86		195·39		211·66	⊛	226·29	*P*	231·89		241·69	
14	222·40	*S*	199·15	⊛	212·77	*Q*	230·69		227·47	*N*	242·09	
15	214·82		196·65		211·12	*P*	232·97		231·99		243·29	
16	221·63	⊛	200·17		212·97		238·31		228·37		241·56	*m*
17	212·92	*M*	211·38	*Q*	206·15		240·99	*N*	210·91	☾	251·32	☾
18	221·27		213·30		199·67		217·91		(172·03)	*m*	237·98	*q*
19	213·97		212·54	*P*	203·15	☾	(197·98)	☾	210·39		245·18	
20	206·71		214·81		208·68	*N*	219·30	*m*	210·87	*q*	242·71	
21	217·16	*Q*	215·98	☾	210·23		223·53		227·90		241·53	
22	221·97		203·41		208·57		222·91		216·83		238·10	*A*
23	220·38	☾	205·74		211·71	*m*	225·18		223·71		241·20	
24	208·15		205·44	*N*	211·45		206·65	*q*	235·68	*A*	237·07	
25	205·03	*P*	207·98		222·11		209·42		218·73	⊕	236·39	⊕*S*
26	207·53		205·67	*m*	213·36		205·95		240·80		231·40	
27	213·73	*N*	204·67		234·05	⊕*q*	226·61	⊕	200·66		229·03	
28	210·68		202·60	⊕	244·40		231·09	*A*	223·09	*S*	235·74	
29	(188·14)		206·10		233·04		230·37		235·78		235·61	
30	211·23	⊕	205·18	*q*	232·72		205·33		243·06		231·55	*M*
31	213·04	*m*	219·68				233·74				233·03	

Tafel XIV. Mittlere Intensität.

1849	Jänner	☾	Februar	☾	März	☾	April	☾	Mai	☾	Juni	☾
1	296·65	Q	263·48		258·58	P	269·58		282·55		283·43	
2	297·19	☽	263·55		262·66	☽	278·38		285·19	m	288·45	
3	289·32		264·49	P	266·81	N	284·06		283·60	q	281·72	
4	284·31		266·84	N	265·24		281·45	m	282·37		286·29	
5	284·15		265·54		265·71		273·38		288·73		281·41	○
6	290·51		266·72		273·21		283·53	q	289·28		276·91	A
7	291·08	P	264·36	○	276·48		281·35	○	283·51	○	288·86	S
8	290·77	○N	269·42	m	278·21	m	287·20		283·87		268·92	
9	285·56		270·15		273·18	○	296·16		283·01	A	273·81	
10	271·44		269·88	q	270·09	q	277·81		279·73		270·76	
11	266·99		273·48		270·62		282·38		279·27	S	273·74	
12	272·35		273·68		273·57		281·85	A	288·41		277·29	
13	273·15	m	271·93		272·69		281·17		274·60		(255·08)	☾M
14	270·93	q	266·87	A	273·72		277·83	S	273·81		267·56	Q
15	268·66		270·02	☾	272·26	A	279·58	☾	276·76	☾	269·70	
16	298·27	☾	277·04		262·92		273·89		279·16	M	270·88	
17	*)		269·17		266·99	☾S	271·36		276·18		278·11	
18			272·06	S	270·66		272·48	M	276·08	Q	275·37	
19		A	263·39		257·61		275·07		276·45		271·03	
20			261·57		254·62		277·56		279·63		271·02	○P
21			254·79		252·67	M	281·21	Q	269·84		263·79	N
22		S	255·77	M	261·67		276·38		274·01	○P	269·42	
23		●	244·12	●	265·63		277·17	●	277·06		266·55	
24	264·66		263·81		270·46	●Q	277·80	P	283·26	N	274·38	
25	262·42		270·05	Q	272·32		284·49		285·22		272·22	
26	261·65		271·62		261·71		284·06		282·60		268·55	m
27	257·52	M	272·82		268·21	P	283·40	N	284·00		269·21	☽q
28	264·69		248·12		278·30		285·37		286·31		268·63	
29	270·57	Q			276·21		282·18	☽	276·09	☽	267·65	
30	262·22				284·17	N	286·92		276·82	m	262·67	
31	258·92	☽			279·71	☽			281·23	q		

1849	Juli	☾	August	☾	September	☾	October	☾	November	☾	December	☾
1	260·68		(249·82)	S	260·58		262·99		269·15		(245·79)	P
2	260·77		256·18		260·22	○	263·42	○Q	275·25	P	273·73	N
3	268·32	A	254·85		262·99	M	272·38		276·11		263·73	
4	262·05		259·93	○	257·40	Q	273·57		275·75	N	268·32	
5	267·45	○S	259·60		265·44		275·01		273·48		270·09	
6	263·61		260·55		263·72		276·77	P	277·41		272·82	☾
7	268·15		246·26	M	264·73		274·05		278·96	☾	277·06	
8	269·64		266·84	Q	260·76		268·00	N	281·92		273·28	qm
9	267·55		274·27		262·21	☾	269·81	☾	283·16		280·76	
10	264·05	M	258·57		258·03		261·99		288·48	m	268·95	
11	263·51		260·46	☾	255·01	PN	258·10		277·25	q	277·15	
12	260·04	Q	264·70		257·92		261·89		276·32		(259·78)	
13	263·58	☾	267·78		256·31		264·92		262·33		269·29	
14	254·10		260·31	N	250·62		263·11	m	272·49	●	272·25	●
15	(249·95)		265·86	P	250·74		252·85	q	271·17		278·31	S
16	255·56		265·04		250·78	●	257·16	●	274·60		285·17	A
17	257·05		262·23		255·66	q	265·41		277·16		289·52	
18	263·65	PN	266·95	●	246·42	m	268·53		282·04	AS	293·53	
19	260·95	●	263·61		255·01		266·85		263·99		293·35	
20	262·97		258·90		263·51		265·22		266·82		289·95	
21	266·47		265·84	qm	262·91		262·62		265·34		288·47	
22	255·93		259·03		269·53		272·50	AS	265·04		268·83	☽
23	254·44		255·29		277·97		253·96		266·90	☽	277·07	QM
24	260·64	qm	257·09		264·81	☽AS	257·29	☽	268·03	M	273·63	
25	257·25		253·72	☽	260·46		267·81		270·02	Q	276·29	
26	257·45		256·88		265·12		266·84		264·86		283·10	
27	255·46	☽	262·52	A	268·48		269·05	M	255·72		281·47	
28	258·90		258·92	S	260·36		275·27		250·17		290·42	
29	260·98		259·56		262·58		274·01	Q	(235·29)		282·39	○PN
30	257·09	A	262·32		269·60	M	276·48		(237·75)	○	277·01	
31	270·45		261·35				(253·56)	○			279·29	

*) Der Werth eines Scalentheiles wurde untersucht.

XII.

Um die Einwirkung des Mondes nach den Lichtphasen zu erkennen, wurden die Zahlen der vorhergehenden Tafel in Gruppen von je sieben Tagen abgetheilt, so dass die Phase in die Mitte der Gruppe oder auf den vierten Tag fiel, und von einer jeden Gruppe, mit Ausschluss der Störungstage, das Mittel genommen. Wenn, wie es in den ersten Jahren der Fall ist, im Verlaufe des Jahres eine plötzliche Änderung in den die Werthe der Intensität darstellenden Zahlen eintritt, welche von einer Änderung im Apparate herrührt, so wurde sie durch Vergleichung der drei letzten Tage von der Änderung und der drei ersten nach derselben ausgeschieden. Die folgende Tafel enthält die aus den vorher erwähnten Gruppen gebildeten Mittel.

Tafel XV. Einwirkung des Mondes nach den Lichtphasen.

	Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel
1840				
Jänner ...	605·03	591·72	576·09	597·27
Februar ..	591·33	582·55	596·23	602·51
März	610·73	611·56	612·24	610·26
April	604·97	617·17	621·41	603·99
Mai	597·01	596·05	597·03	600·58
Mai	589·33	—	—	—
Juni	—	593·21	594·77	599·78
Juni	593·36	—	—	—
Juli	—	589·41	589·77	577·96
Juli	581·81	—	—	—
August ...	—	577·42	597·67	594·18
August ...	582·60	—	—	—
September.	—	596·88	605·62	596·99
September.	588·17	—	—	—
October ..	—	602·65	608·21	602·17
October ..	588·45	—	—	—
November .	—	612·83	614·73	612·74
November .	617·02	—	—	—
December .	—	628·39	627·55	608·43
December .	592·83	595·20	—	—
1841				
Jänner ...	—	—	612·90	624·30
Jänner ...	625·19	627·04	—	—
Februar ..	—	—	628·11	615·79
Februar ..	635·22	632·03	—	—
März	—	—	650·69	649·25
März	641·28	659·65	—	—
April	—	—	669·29	666·95
April	653·01	649·31	—	—
Mai	—	—	642·37	640·13
Mai	637·86	630·69	—	—
Juni	—	—	625·18	640·45
Juni	634·91	644·52	—	—
Juli	—	—	646·50	648·47
Juli	636·88	630·25	—	—
August ...	—	—	637·38	627·96
August ...	633·30	631·42	—	—
September	—	—	621·64	640·44
September	631·23	618·55	606·27	—
October ..	—	—	—	607·13
October ..	617·33	619·77	616·68	—
November .	—	—	—	615·54
November .	625·08	622·90	637·41	—
December .	—	—	—	637·75
December .	652·87	653·99	668·53	—
1842				
Jänner ...	—	—	—	411·71
Jänner ...	415·19	412·21	420·73	—
Februar ..	—	—	—	420·45
Februar ..	421·87	418·53	429·85	—
März	—	—	—	432·82
März	460·43	438·70	451·22	—
April	—	—	—	451·54
April	451·18	437·74	443·53	—
Mai	—	—	—	434·68
Mai	426·90	418·88	424·56	—
Juni	—	—	—	422·57
Juni	422·37	420·06	423·99	432·90
Juli	410·96	412·66	419·77	427·71
August ...	433·17	418·55	397·96	392·46
September.	385·54	389·37	394·89	404·28
October ..	412·96	414·68	413·07	415·94
November .	423·57	421·90	432·04	425·25
December .	455 97	451·25	457·57	470·14
December .	476·71	—	—	—
1843				
Jänner ...	—	529·71	529·89	535·14
Jänner ...	539·75	—	—	—
Februar ..	—	540·08	536·48	544·19
März	549·53	536·99	517·54	504·40
März	503·40	—	—	—
April	—	481·97	490·23	496·80
April	497·54	—	—	—
Mai	—	486·99	478·73	480·98
Mai	498·33	—	—	—
Juni	—	486·38	483·74	487·36
Juni	504·00	—	—	—
Juli	—	493·05	498·76	501·20
Juli	492·65	—	—	—
August ...	—	492·99	492·36	492·90
August ...	500·60	—	—	—
September	—	500·34	498·43	496·72
September	489·65	494·61	—	—
October ..	—	—	496·97	498·77
October ..	504·65	508·70	—	—
November .	—	—	507·94	516·84
November .	521·99	523·90	—	—
December .	—	—	530·66	529·38
December .	540·97	540·22	—	—
1844				
Jänner ...	—	—	547·72	549·32
Jänner ...	550·36	546·99	—	—
Februar ..	—	—	549·34	553·06
Februar ..	562·05	559·77	—	—
März	—	—	559·87	549·39
März	560·13	563·91	—	—
April	—	—	547·65	560·54
April	553·60	553·00	—	—
Mai.......	—	—	541·37	549·23
Mai.......	553·89	547·95	548·64	—
Juni	—	—	—	561·94
Juni	553·20	550·31	545·19	—

Tafel XV. Einwirkung des Mondes nach den Lichtphasen.

	Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel
1844				
Juli	—	—	—	543·94
Juli	552·36	558·22	555·94	—
August....	—	—	—	545·28
August....	548·09	549·58	542·61	—
September	—	—	—	543·40
September	553·84	549·08	544·16	—
October ..	—	—	—	546·85
October ..	558·11	559·64	546·06	—
November .	—	—	—	557·67
November .	566·78	558·34	558·79	—
December .	—	—	—	567·17
December .	568·76	558·15	564·04	—
1845				
Jänner....	—	—	—	489·93
Jänner....	505·31	510·09	496·52	507·02
Februar ..	516·01	512·41	502·60	—
März	—	—	—	500·87
März	510·58	505·57	503·69	517·63
April	527·68	519·33	524·17	517·90
Mai	519·96	526·53	520·85	528·50
Juni	531·81	526·55	514·18	516·18
Juli	505·66	492·24	488·15	493·02
August ...	492·21	493·66	489·89	503·00
September.	488·54	490·03	491·22	494·09
October ..	495·22	504·26	508·68	499·79
October ..	513·19	—	—	—
November .	—	511·89	520·22	518·75
November .	524·42	—	—	—
December .	—	515·17	525·87	530·23
December .	531·35	—	—	—
1846				
Jänner ...	—	171·61	164·26	183·45
Jänner ...	175·60	—	—	—
Februar ..	—	173·91	159·54	158·19
Februar ..	167·73	—	—	—
März	—	179·61	166·79	168·18
März	170·76	—	—	—
April	—	175·52	169·31	168·78
April	171·77	—	—	—
Mai	—	172·83	172·10	180·53
Mai	179·41	—	—	—
Juni	—	170·66	174·61	172·75
Juni	170·19	—	—	—
Juli	—	170·12	171·41	171·27
Juli	171·30	172·91	—	—
August ...	—	—	166·07	165·42
August ...	167·50	166·85	—	—
September	—	—	165·07	157·22
September	161·89	172·17	—	—
October ..	—	—	178·28	175·76
October ..	187·83	189·67·	—	—
November .	—	—	185·65	188·39
November .	183·48	189·97	—	—
December .	*)			
1847				
Jänner ...	—	—	271·89	273·72
Jänner ...	258·39	262·60	263·06	—
Februar ..	—	—	—	259·62
Februar ..	259·52	261·96	—	—
März	—	—	258·71	260·64
März	266·56	264·27	278·45	—
April	—	—	—	270·51
April	272·68	268·22	277·84	—
Mai	—	—	—	281·54
Mai	282·07	280·60	276·52	—
Juni	—	—	—	266·25
Juni	264·80	274·81	276·84	—
Juli.......	—	—	—	281·84
Juli.......	267·52	268·41	267·91	—
August ...	—	—	—	270·67
August ...	270·31	273·93	259·97	—
September	—	—	—	262·79
September	259·28	267·43	255·31	—
October ..	—	—	—	254·56
October ..	276·37	267·79	262·60	268·69
November .	278·21	283·79	275·97	284·40
December .	288·87	291·26	**)	287·58
1848				
Jänner ...	236·43	216·24	214·11	199·80
Februar...	196·71	203·42	221·48	222·15
März	241·48	243·14	232·49	243·25
April	243·71	236·44	236·62	240·48
Mai	234·32	231·09	232·54	230·94
Juni	234·76	242·48	234·89	220·89
Juni	221·12	—	—	—
Juli	—	219·56	214·55	212·42
Juli	213·33	—	—	—
August....	—	207·01	200·19	210·17
August....	207·41	—	—	—
September.	—	210·77	212·40	207·06
September.	227·30	—	—	—
October ..	—	234·26	233·34	227·16
October ..	216·49	—	—	—
November .	—	236·09	231·96	220·00
November .	222·79	—	—	—
December .	—	241·17	242·58	243·45
December .	235·56	—	—	—
1849				
Jänner....	—	***)	—	—
Jänner....	262·91	263·99	—	—
Februar ..	—	—	267·56	271·54
Februar ..	261·68	—	—	—
März	—	262·85	273·62	265·54
März	264·68	278·63	—	—
April	—	—	282·98	276·88
April	279·81	284·24	—	—
Mai.......	—	—	284·36	277·86
Mai.......	277·92	281·50	—	—
Juni	—	—	281·79	271·65
Juni	270·76	269·05	—	—
Juli	—	—	265·71	260·14
Juli	260·37	258·25	—	—
August ...	—	—	259·23	264·70
August ...	264·06	257·64	—	—
September	—	—	261·47	260·34
September	252·22	267·04	—	—
October ...	—	—	268·51	267·23
October ...	262·69	264·29	274·38	—
November .	—	—	—	279·88
November .	273·05	269·00	260·84	—
December .	—	—	—	272·29
December .	278·62	281·08	282·28	—

*) Die Beobachtungen des December 1846 wurden wegen grossen Änderungen, die wahrscheinlich von äusseren Einwirkungen hervorgebracht waren, nicht in Rechnung gezogen.

**) Wegen magnetischen Störungen ausgelassen.

***) Wegen mehrmaliger Abänderung der Stellung des Spiegels ausgelassen.

Die Einwirkung des Mondes nach seinen Lichtphasen lässt sich schärfer ausdrücken, wenn man für jedes Jahr die Mittel der in derselben Verticalspalte der vorhergehenden Tafel enthaltenen Zahlen nimmt, und sie in einer eigenen Tafel zusammenstellt, welcher auch die Unterschiede zwischen den dem Voll- und Neumonde (*V—N*), oder dem letzten und ersten Viertel (*L—E*) entsprechenden Zahlen beigefügt sind.

Tafel XVI. Jahresmittel aus Tafel XV in Scalentheilen.

Jahr	Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel	*V—N*	*L—E*
1840	595·59	599·62	603·44	600·57	+ 7·85	+ 0·95
1841	635·35	635·01	635·97	634·51	+ 0·62	— 0·50
1842	430·52	421·21	425·76	426·34	— 4·76	+ 5·13
1843	511·92	508·92	505·14	507·06	— 6·78	— 1·86
1844	556·76	554·58	550·11	552·32	— 6·65	— 2·26
1845	512·46	508·98	507·17	508·99	— 5·29	+ 0·01
1846	173·41	175·49	170·28	171·81	— 3·13	— 3·68
1847	270·38	272·09	268·76	270·99	— 1·62	— 1·10
1848	225·49	226·81	225·60	223·15	+ 0·11	— 3·66
1849	267·40	269·80	271·89	269·82	+ 4·49	+ 0·02

In den Zahlen dieser Tafel, namentlich in der vorletzten Spalte (*V—N*) spricht sich der Einfluss des Mondes deutlich aus; er ist jedoch nicht constant, sondern einem periodischen Wechsel unterworfen, indem in den Jahren 1840 und 1841, so wie 1848 und 1849 während des Vollmondes die Horizontalkraft stärker, in den dazwischen liegenden Jahren aber schwächer war als während des Neumondes, und die Zahlen sowohl im positiven als negativen Sinne bis zu einem Wendepunkte zu- dann wieder abnehmen. Die Ausdehnung der Periode, oder die Zeit von einem positiven Maximum bis zum nächsten scheint ungefähr zehn Jahre zu sein, kann aber wegen der Kürze des Zeitraumes, über welchen sich die Prager Beobachtungen erstrecken, noch nicht genau erkannt werden. Nimmt man jedoch auch die Mailänder Beobachtungen zu Hilfe (s. Osservazioni sull' intensità e sulla direzione della forza magnetica istituite negli anni 1836, 1837, 1838), so kann man aus den Schwingungsdauern des Stabes am Unifilar-Mikrometer, welche dort bei jeder Beobachtung gemessen wurden, dieselbe Erscheinung erkennen. Man findet nämlich auf Seite 176 des genannten Werkes folgende Tafel:

Tafel XVII. Schwingungsdauern am Mailänder Apparate (in mittleren Zeitsecunden).

1836	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel	Neumond
11. — 18. Jänner	—	—	$22^{s}09202$	$22^{s}08389$
25. Jänner — 16. Februar	$22^{s}08768$	$22^{s}08802$	09559	09086
24. Februar — 17. März	11127	10217	09432	08683
25. März — 15. April	09969	11098	11074	08706
24. April — 15. Mai	08742	11223	10944	08730
23. Mai — 14. Juni	08889	10661	08463	08871
22. Juni — 13. Juli	09292	10134	06836	08895
21. Juli — 12. August	11206	11161	10592	11323
19. August — 10. October	09681	05190	06188	09579
17. October — 9. November	09571	09287	11926	09580
15. November — 8. December	09630	09277	07572	08257
15. December — 6. Jänner	10390	08684	10761	08424

	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel	Neumond
1837				
13. Jänner — 5. Februar	22'09231	22'09133	22'09712	22'09252
12. Februar — 6. März	10088	10210	08782	08930
14. März — 5. April	08062	11398	10147	08980
14. April — 4. Mai	09862	09962	08853	09326
12. Mai — 3. Juni	10254	10327	09373	08942
11. Juni — 2. Juli	08237	08376	09567	10138
11. Juli — 1. August	09474	08807	10515	10951
9. August — 31. August	07702	10041	09063	10823
7. — 29. September	10557	09530	08295	11083
7. — 29. October	08437	09489	10740	09133
5. — 27. November	09200	10802	10132	09121
4. — 27. December	09152	10598	09547	08214
1838				
3. — 26. Jänner	22'08939	22'09837	22'11085	22'08858
1. — 24. Februar	08569	09698	09716	10898
3. — 25. März	08282	09149	09227	09538
1. — 24. April	10247	08537	10525	09757
1. — 23. Mai	09393	09021	10268	09275
31. Mai — 22. Juni	08353	10162	09436	08266
30. Juni — 21. Juli	09512	09329	08511	10223
29. Juli — 20. August	09634	09345	09163	09816
28. August — 18. September	10098	08897	10447	11159
26. September — 18. October	08511	08827	08954	10360
26. October — 17. November	09084	10692	10507	08486
24. November — 17. December	09597	10035	09124	09856

Sucht man aus dieser Tafel die Jahresmittel, und bildet daraus die Unterschiede der Schwingungsdauern beim Voll- und Neumonde, so gibt das Jahresmittel

für 1836 . . . . $V—N = +0{\cdot}00568$
„ 1837 . . . . $V—N = +0{\cdot}00315$
„ 1838 . . . . $V—N = —0{\cdot}00247$,

welche Zahlen Theile von mittleren Zeitsecunden sind. Da aber die Intensität dem Quadrate der Schwingungsdauer verkehrt proportional ist, so sind die Zeichen, wenn man die Angaben der obigen Zahlen im Sinne der Prager Beobachtungen auslegen will, in die entgegengesetzten abzuändern. Es trat also den Mailänder Beobachtungen zufolge zwischen den Jahren 1837 und 1838 ein Zeichenwechsel in der Art ein, dass vor dieser Epoche der Neumond, nach dieser Epoche der Vollmond von einer stärkeren Horizontalkraft begleitet war. Denselben Zeichenwechsel findet man wieder aus den Prager Beobachtungen zwischen den Jahren 1847 und 1848, so dass demnach eine ungefähr zehnjährige Periode kaum einem Zweifel unterliegen kann.

Die Perioden von kürzerer Dauer, in welchen die Lage der Mondbahn sich ändert, sind bekanntlich der Umlauf der Knoten in 18·6 Jahren und jener der Apsiden in 8·8 Jahren. Die Folge wird lehren, ob die magnetische Periode, wenn ihre Dauer genau bestimmt sein wird, mit der letzten oder mit der Hälfte der ersten oder mit keiner von beiden zusammentrifft.

Die Zahlen der Tafel XVI sind Scalentheile, welchen in verschiedenen Jahren ein verschiedener Werth zukömmt. Man kann sie aber leicht durch Multiplication mit den in Nr. VII gegebenen Werthen eines Scalentheiles in Theilen der Horizontalkraft selbst ausdrücken. Es wird genügen, dies für die Werthe von $V—N$ zu thun, welche hierdurch in folgende verwandelt werden, die so wie die Zahlen der Tafel V, Zehntausendtheile der Horizontalkraft bedeuten:

1840 . . . . $V-N = +4{\cdot}40$
1841 . . . . $V-N = +0{\cdot}35$
1842 . . . . $V-N = -2{\cdot}76$
1843 . . . . $V-N = -4{\cdot}14$
1844 . . . . $V-N = -4{\cdot}12$
1845 . . . . $V-N = -3{\cdot}33$
1846 . . . . $V-N = -2{\cdot}97$
1847 . . . . $V-N = -1{\cdot}62$
1848 . . . . $V-N = +0{\cdot}11$
1849 . . . . $V-N = +4{\cdot}94$

Es sind übrigens in diesen Zahlen, die negativen überwiegend, und ihre Summe ist 18·94, die Summe der positiven aber 9·80.

Eben so zeigen in Tafel XVI die Zahlen der letzten Spalte, wenngleich keinen gesetzmässigen Gang, doch ebenfalls ein bedeutendes Übergewicht der negativen Grössen, so dass man annehmen muss, es sei die horizontale Erdkraft im Ganzen genommen zur Zeit des Neumondes und des ersten Viertels grösser als zur Zeit des Vollmondes und des letzten Viertels, was gleichfalls schon durch die Mailänder Beobachtungen aufgefunden wurde.

Wenn die in Tafel XVI zusammengestellten Zahlen auch einer jährlichen Periode unterworfen sind, so wird sie sich erkennen lassen, wenn man sie nach Monaten ordnet und in Mittel vereinigt, was in Tafel XVIII geschehen ist.

Tafel XVIII. Zehnjährige Monatmittel.

	Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel	$V-N$
Jänner	417·42	414·54	411·26	415·09	— 6·16
Februar	416·16	414·75	414·99	514·84	— 1·15
März	423·00	428·20	424·66	420·14	+ 1·66
April	425·59	422·29	426·30	425·44	+ 0·71
Mai	420·38	417·31	417·41	420·50	— 2·97
Juni	417·33	417·80	415·52	416·48	— 1·81
Juli	409·28	409·36	411·85	411·80	+ 2·57
August	409·92	406·90	404·33	406·67	— 5·59
September	403·77	405·88	404·25	406·33	+ 0·48
October	412·91	416·57	414·96	410·24	+ 2·05
November	423·64	423·06	422·55	421·95	— 1·09
December	461·80	460·45	465·39	460·71	+ 3·59

In diesen Zahlen ist, wie man aus der letzten Spalte sieht, keine Abhängigkeit von den Jahreszeiten zu erkennen, woraus man schliessen muss, dass auch in der Wirkung des Mondes, in so ferne man sie in Hinsicht auf seine Lichtgestalt in Betracht zieht, eine solche nicht besteht.

XIII.

Wenn man die in Tafel XIV enthaltenen mittleren Intensitäten in Gruppen von sieben Zahlen zusammenstellt, so dass die Tage, an welchen der Mond seine grösste nördliche und südliche Declination hatte, oder an welchen er sich im Äquator befand, in die Mitte der Gruppe zu stehen kommen, und aus jeder Gruppe das Mittel nimmt, so erhält man die Tafel XIX, in welcher diese Mittel aufgeführt sind.

Tafel XIX. Einwirkung des Mondes nach seiner Declination.

Die Buchstaben *S, Q, N, q* haben die in XI angegebene Bedeutung.

	S	*Q*	*N*	*q*
1840				
Jänner ...	606·15	597·45	573·57	591·60
Jänner ...	590·63	—	—	—
Februar ..	—	598·02	587·18	596·74
Februar ..	603·24	—	—	—
März	—	610·89	611·56	614·71
März	609·28	606·01	—	—
April	—	—	614·52	620·33
April	616·20	596·83	—	—
Mai	—	—	596·85	597·96
Mai	599·75	597·90	—	—
Juni	—	—	589·43	593·21
Juni	594·77	600·49	594·65	—
Juli	—	—	—	591·46
Juli	590·67	581·67	580·06	—
August ...	—	—	—	584·13
August ...	583·58	601·53	586·71	581·31
September.	599·09	605·63	596·99	584·93
October ..	604·34	605·69	607·39	582·56
October ..	602·04	—	—	—
November .	—	615·18	616·20	610·50
November .	616·35	—	—	—
December .	—	630·29	627·54	608·43
December .	591·83	600·66	—	—
1841				
Jänner	—	—	612·53	616·65
Jänner	626·59	628·86	—	—
Februar...	—	—	628·65	619·49
Februar...	620·66	632·90	—	—
März	—	—	634·82	653·85
März	649·25	648·67	657·07	—
April	—	—	—	671·90
April	664·85	661·93	658·58	—
Mai	—	—	—	647·52
Mai	639·59	639·81	637·69	630·17
Juni	625·18	640·18	633·48	644·52
Juli	644·47	652·52	640·33	630·92
Juli	635·12	—	—	—
August ...	—	517·29	631·78	631·92
August ...	628·46	—	—	—
September.	—	505·21	645·10	631·23
September.	619·84	482·23	—	—
October ..	—	—	610·25	610·21
October ..	620·57	495·15	—	—
November .	—	—	619·30	619·79
November .	630·29	500·96	643·49	—
December .	—	—	—	635·11
December .	652·87	531·96	665·27	—
1842				
Jänner ...	—	—	—	413·12
Jänner ...	414·59	412·91	413·37	424·75
Februar...	419·67	425·78	420·16	430·74
März	432·82	460·29	438·79	449·77
März	451·21	—	—	—
April	—	456·73	435·67	438·69
April	443·17	—	—	—
Mai	—	432·28	428·78	416·41
Mai	425·78	—	—	—
Juni	—	421·91	423·80	420·06
Juni	423·99	432·90	—	—
Juli	—	—	412·32	409·12
Juli	422·76	424·72	—	—
August ...	—	—	433·83	426·65
August ...	417·59	393·06	391·13	—
September.	—	—	—	384·37
September.	389·36	394·89	402·64	—
October ..	—	—	—	407·75
October ..	417·41	409·88	417·71	418·32
November .	425·76	422·28	421·31	438·06
December .	455·97	451·93	457·57	468·17
December .	476·44	—	—	—
1843				
Jänner ...	—	525·82	530·13	534·39
Jänner ...	534·57	—	—	—
Februar ..	—	542·00	539·03	536·11
Februar ..	544·00	—	—	—
März	—	550·48	537·00	520·02
März	502·96	507·44	—	—
April	—	—	492·24	484·78
April	494·75	498·73	—	—
Mai	—	—	498·89	476·15
Mai	477·39	482·11	497·36	—
Juni	—	—	—	486·38
Juni	483·74	487·36	502·70	—
Juli	—	—	—	493·08
Juli	498·17	502·49	500·22	492·49
August ...	492·71	491·08	493·92	501·00
September	497·43	500·17	497·63	489·65
September	495·02	—	—	—
October ..	—	492·12	400·27	499·54
October ..	507·03	—	—	—
November .	—	509·09	511·69	518·06
November .	522·15	523·37	—	—
December .	—	—	530·67	529·37
December .	539·92	543·98	—	—
1844				
Jänner ...	—	—	547·12	549·15
Jänner ...	550·48	546·94	550·92	—
Februar...	—	—	—	547·50
Februar...	555·45	563·27	559·22	—
März	—	—	—	547·02
März	549·39	553·12	562·42	—
April	—	—	—	549·97
April	558·93	560·57	554·07	543·12
Mai	561·83	553·54	551·48	546·57
Juni	550·14	561·94	555·12	550·99
Juni	544·26	—	—	—
Juli	—	547·47	546·70	555·47
Juli	554·52	—	—	—
August ...	—	553·22	546·03	550·33
August ...	547·79	541·29	—	—
September	—	—	546·11	553·84
September	550·24	544·18	—	—
October ..	—	—	542·79	554·00
October ..	560·80	549·11	555·19	—
November .	—	—	—	559·15
November .	569·33	556·59	558·98	—
December .	—	—	—	567·17
December .	568·39	558·15	563·24	554·69
1845				
Jänner	503·87	503·90	507·05	498·29
Februar ..	510·57	515·21	512·37	499·70
März	499.44	510·58	505·46	504·27
März	515·61	—	—	—
April	—	525·59	526·02	518·44
April	526·48	—	—	—
Mai	—	515·16	522·85	526·52
Mai	517·78	531·25	—	—

	S	*Q*	*N*	*q*
Juni	—	—	531·81	526·55
Juni	513·75	517·07	—	—
Juli	—	—	507·72	495·39
Juli	486·99	491·05	496·37	—
August	—	—	—	492·07
August	494·68	492·05	501·41	—
September	—	—	—	485·95
September	490·03	491·01	495·15	492·83
October	507·40	503·48	503·58	509·06
November	512·32	514·53	516·84	521·57
November	519·46	—	—	—
December	—	515·17	525·87	526·86
December	531·30	—	—	—
1846				
Jänner	—	174·27	165·14	174·02
Jänner	181·91	172·88	—	—
Februar	—	—	171·57	158·61
Februar	158·58	170·27	—	—
März	—	—	180·24	166·79
März	167·09	169·90	—	—
April	—	—	174·90	170·42
April	169·41	170·48	170·20	—
Mai	—	—	—	170·88
Mai	173·15	180·66	176·24	—
Juni	—	—	—	169·12
Juni	174·61	172·75	169·22	170·29
Juli	170·88	161·32	171·16	171·76
August	173·22	165·38	162·59	169·37
August	168·10	—	—	—
September	—	163·11	157·22	161·89
September	170·24	—	—	—
October	—	177·64	174·81	185·52
October	188·39	186·74	—	—
November	—	—	187·04	190·01
November	182·38	181·77	—	—
December	—	—	197·03	204·00
December	171·70	172·03	170·71	—
1847				
Jänner	—	—	—	273·77
Jänner	261·25	260·34	263·57	—
Februar	—	—	—	264·35
Februar	256·05	263·98	260·27	—
März	—	—	—	259·49
März	260·64	266·56	264·27	277·58
April	272·76	271·67	268·16	277·75
Mai	282·47	281·42	280·04	281·60
Mai	273·53	—	—	—
Juni	—	266·25	264·80	274·81
Juni	276·84	—	—	—
Juli	—	281·13	272·14	266·78
Juli	267·73	271·03	—	—
August	—	—	271·16	273·55
August	266·78	262·09	—	—

	S	*Q*	*N*	*q*
September	—	—	261·14	259·71
September	267·28	255·31	252·57	—
October	—	—	—	271·99
October	266·27	269·74	260·45	—
November	—	—	—	275·93
November	277·26	284·02	273·78	—
December	—	—	—	285·07
December	289·92	287·63	266·64	287·41
1848				
Jänner	239·78	219·59	213·71	215·69
Februar	185·78	201·40	211·60	213·09
Februar	232·22	—	—	—
März	—	240·74	243·14	232·49
März	244·78	—	—	—
April	—	243·71	236·81	236·77
April	238·95	238·30	—	—
Mai	—	—	262·10	234·33
Mai	228·16	230·58	—	—
Juni	—	—	236·97	242·56
Juni	234·92	220·89	221·12	—
Juli	—	—	—	220·03
Juli	212·51	215·66	209·39	—
August	—	—	—	212·59
August	200·85	206·86	206·98	208·83
September	208·38	211·58	206·88	227·30
October	233·48	234·38	230·03	217·18
November	231·65	234·81	226·09	216·77
November	228·40	—	—	—
December	—	241·25	242·90	243·37
December	235·56	—	—	—
1849				
Jänner	*)	262·72	—	—
Februar	—	—	265·00	270·41
Februar	266·86	262·33	—	—
März	—	—	264·33	273·55
März	265·54	264·67	276·37	—
April	—	—	—	283·88
April	278·29	276·81	283·46	—
Mai	—	—	—	284·49
Mai	280·39	276·30	279·43	282·01
Juni	281·79	272·47	284·51	269·04
Juli	265·71	262·14	261·11	258·23
August	259·91	263·51	263·77	260·96
August	259·32	—	—	—
September	—	262·15	257·27	253·25
September	267·04	—	—	—
October	—	267·29	269·10	261·98
October	263·75	271·80	—	—
November	—	—	275·16	277·42
November	271·59	262·96	—	—
December	—	—	268·97	274·30
December	281·34	279·62	282·28	—

Die Jahresmittel dieser Tafel sind in der folgenden (XX) zusammengestellt.

*) Da im Jänner 1849 der Werth eines Scalentheiles untersucht und hierbei die Stellung des Spiegels mehrmals abgeändert worden ist, so wurden die Beobachtungen der ersten Tage dieses Monates nicht in Betracht gezogen.

Tafel XX. Jahresmittel aus Tafel XIX.

Jahr	S	Q	N	q
1840	600·57	603·45	598·67	596·76
1841	635·21	634·93	637·02	634·10
1842	429·75	426·12	422·85	424·71
1843	506·91	511·16	509·37	504·69
1844	555·50	553·03	552·81	556·08
1845	509·26	509·70	511·73	507·50
1846	173·05	172·80	173·43	174·05
1847	270·68	270·86	266·08	273·56
1848	225·39	226·13	226·75	224·69
1849	270·13	268·06	271·60	270·79
Mittel	417·64	417·62	417·03	416·98

Die ersten beiden Mittel dieser Tafel sind grösser als die beiden letzten, freilich um einen so geringen Betrag, dass die daraus abgeleiteten Folgerungen noch einer weiteren Bestätigung bedürfen. Ist die Thatsache richtig, so deutet sie darauf hin, dass die horizontale Intensität der Erde beim südlichen Stande des Mondes, und während er sich dem Nordpole nähert, grösser ist, als beim nördlichen Stande und während seiner Bewegung gegen Süden.

Es ist dies gleichfalls in Übereinstimmung mit der schon aus den Mailänder Beobachtungen gefolgerten Wirkung des Mondes, indem auf Seite 180 des oben erwähnten Werkes folgende Tafel vorkömmt.

Tafel XXI. Dreijährige Mittel der Schwingungsdauern nach der Declination des Mondes.

Monat	☾ Südl.	☾ Nördl.	N. — S.
Jänner und Februar	22ˢ09342	22ˢ09522	+0·00180
Februar und März	09495	09720	+0·00237
März und April	09542	09602	+0·00060
April und Mai	09902	09638	—0·00264
Mai und Juni	09834	09102	—0·00732
Juni und Juli	09365	09457	+0·00092
Juli und August	09824	10019	+0·00195
August und September ...	08890	08693	—0·00197
September und October ..	09406	09774	+0·00368
October und November ..	09665	10597	+0·00932
November und December.	08860	09694	+0·00834
December und Jänner	09011	09595	+0·00584
Gesammtmittel	22·09428	22·09618	+0·00190

Hier ist in der letzten Spalte das Zeichen + überwiegend, was, da die längeren Schwingungsdauern einer kleineren Intensität entsprechen, ebenfalls beim südlichen Stande des Mondes eine grössere Intensität anzeigt, als beim nördlichen, wie man es aus den Prager Beobachtungen ersehen konnte.

XIV.

Stellt man endlich die Zahlen der Tafel XIV nach den Entfernungen des Mondes, nämlich nach dessen Perigeum und Apogeum in Gruppen zusammen, und verfährt nach derselben Weise wie im vorigen Falle, so gelangt man zur Tafel XXII.

Tafel XXII. Einfluss des Mondes nach seiner Entfernung von der Erde.

Die Buchstaben *P*, *m*, *A*, *M* haben die in XI angegebene Bedeutung.

	P	*m*	*A*	*M*
1840				
Jänner....	—	—	—	598·25
Jänner....	573·57	588·77	595·10	—
Februar...	—	—	—	594·22
Februar...	586·40	595·79	603·69	—
März	—	—	—	608·26
März	612·13	610·23	611·11	607·10
April	608·17	620·11	615·90	602·30
Mai	596·51	595·98	598·19	600·96
Mai	589·33	—	—	—
Juni	—	593·21	592·86	599·97
Juni	594·65	—	—	—
Juli	—	589·36	588·60	583·72
Juli	580·06	—	—	—
August ...	—	562·78	582·59	601·53
August ...	582·92	581·31	—	—
September	—	—	599·75	604·12
September	598·93	584·93	—	—
October...	—	—	604·34	606·03
October...	604·48	582·56	605·07	—
November.	—	—	—	615·18
November.	616·12	609·84	618·61	—
December.	—	—	—	630·29
December.	627·54	505·22	595·07	598·20
1841				
Jänner....	612·90	620·51	626·49	629·06
Februar...	631·36	611·84	624·91	629·73
März	643·22	655·36	646·91	651·74
März	660·72	—	—	—
April	—	670·43	666·95	660·90
April	651·36	—	—	—
Mai	—	645·26	637·53	642·39
Mai	638·22	630·17	—	—
Juni	—	—	631·27	638·16
Juni	638·53	640·62	—	—
Juli	—	—	652·58	645·79
Juli	636·88	630·14	—	—
August....	—	—	636·59	631·55
August ...	633·30	632·76	624·74	—
September	—	—	—	635·26
September	635·66	619·84	625·52	—
October...	—	—	—	608·22
October...	608·14	619·20	619·77	614·66
November.	616·66	625·08	630·23	627·31
December.	643·28	644·14	648·88	659·90
December.	666·18	—	—	—
1842				
Jänner....	—	414·00	414·54	421·67
Jänner....	421·17	—	—	—
Februar...	—	421·60	421·87	420·53
Februar ..	427·03	—	—	—
März	—	433·99	443·81	441·45
März	449·77	451·21	—	—
April	—	—	455·10	437·54
April	438·69	442·78	—	—
Mai	—	—	436·94	428·21
Mai	416·22	424·56	420·50	—
Juni	—	—	—	422·06
Juni	424·33	423·97	431·65	—
Juli	—	—	—	425·16
Juli	408·61	421·34	421·53	—
August....	—	—	—	428·09
August ...	432·52	417·59	393·06	392·46
September	385·54	389·36	392·50	402·64
October...	410·74	417·41	411·26	417·71
October...	421·83	—	—	—
November.	—	428·47	422·28	421·31
November.	445·57	—	—	—
December.	—	456·77	451·93	457·71
December.	466·03	—	—	—
1843				
Jänner....	—	—	527·10	529·03
Jänner....	531·46	534·57	—	—
Februar...	—	—	542·36	539·03
Februar...	536·11	543·70	—	—
März	—	—	550·15	533·70
März	517·54	503·51	506·55	—
April	—	—	—	481·97
April	484·78	497·27	499·01	—
Mai	—	—	—	499·95
Mai	476·13	481·37	487·33	—
Juni	—	—	—	495·04
Juni	486·24	478·58	483·69	500·39
Juli	495·65	500·20	501·20	495·24
Juli	495·66	—	—	—
August ...	—	487·99	494·13	494·56
August ...	503·68	—	—	—
September	—	496·47	498·55	494·03
September	489·28	—	—	—
October...	—	494·82	498·06	498·77
October...	504·66	505·56	—	—
November.	—	—	508·18	514·31
November.	521·29	523·20	—	—
December.	—	—	524·56	526·89
December.	539·27	545·18	537·13	—
1844				
Jänner....	—	—	—	551·05
Jänner....	548·93	547·22	546·99	—
Februar ..	—	—	—	549·65
Februar ..	550·63	559·13	561·21	—
März	—	—	—	555·81
März	546·77	557·65	559·91	557·63
April	550·88	561·31	552·91	549·90
Mai	543·31	551·19	552·59	553·01
Mai	548·64	—	—	—
Juni	—	560·79	559·73	548·99
Juni	545·68	—	—	—
Juli	—	544·19	545·75	556·22
Juli	554·52	—	—	—
August....	—	553·22	545·35	548·09
August ...	549·58	542·61	—	—
September	—	—	543·40	554·35
September	552·18	543·49	—	—
October...	—	—	542·79	552·68
October...	560·10	551·94	551·91	—
November.	—	—	—	558·33
November.	568·03	556·59	558·79	—
December.	—	—	—	565·66
December.	568·76	558·15	563·24	554·69
1845				
Jänner....	505·31	505·98	507·07	498·29
Februar ..	512·83	516·25	512·37	497·73
März	505·72	510·05	505·57	504·27
März	512·97	—	—	—
April	—	525·59	522·33	515·67
April	526·42	—	—	—
Mai	—	515·16	524·50	526·52
Mai	517·78	532·80	—	—
Juni	—	—	530·78	526·55
Juni	514·18	515·43	—	—
Juli	—	—	505·66	493·51
Juli	486·79	492·95	495·45	—
August ...	—	—	—	492·23
August ...	492·74	493·71	501·91	—

	P	*m*	*A*	*M*
September	—	—	—	485·56
September	491·40	491·35	494·41	—
October...	—	—	—	495·22
October...	504·26	508·68	502·29	512·16
November .	511·60	517·92	515·53	524·33
December .	517·64	527·12	523·43	532·65
December .	530·60	—	—	—
1846				
Jänner	—	169·49	164·46	183·45
Jänner	175·60	—	—	—
Februar...	—	174·08	163·47	158·06
Februar...	164·87	—	—	—
März	—	177·25	178·38	162·87
März	170·13	172·43	—	—
April	—	—	174·42	170·04
April	169·28	171·96	—	—
Mai	—	—	172·83	170·70
Mai	177·81	179·62	174·49	—
Juni	—	—	—	169·15
Juni	179·52	168·32	169·24	—
Juli	—	—	—	172·13
Juli	170·32	171·52	170·66	172·91
August ...	166·07	164·37	167·55	165·67
September	165·07	159·51	159·55	164·24
October...	177·64	175·13	181·80	188·04
October...	186·75	—	—	—
November .	—	187·04	189·27	183·48
November .	189·97	—	—	—
December .	—	197·03	202·67	189·54
December .	169·53	161·23	—	—
1847				
Jänner	—	—	272·67	268·43
Jänner	258·72	263·65	—	—
Februar...	—	—	265·93	255·63
Februar...	261·62	260·27	—	—
März	—	—	258·71	261·23
März	266·56	263·34	276·11	—
April	—	—	—	275·07
April	271·67	267·91	277·75	—
Mai	—	—	—	282·47
Mai	281·29	277·96	280·62	273·53
Juni	267·41	263·64	274·81	277·40
Juli	280·03	272·14	266·78	267·40
Juli	270·21	—	—	—
August ...	—	271·16	274·57	266·78
August....	262·09	—	—	—
September	—	260·97	260·50	267·28
September	250·08	—	—	—
October...	—	258·45	274·40	265·17
October...	263·75	267·51	—	—
November .	—	—	275·93	277·69
November .	285·10	273·80	—	—
December .	—	—	286·66	288·01
December .	280·98	278·96	287·56	—
1848				
Jänner....	—	—	—	236·43
Jänner	216·24	214·11	204·72	—
Februar...	—	—	—	187·62
Februar...	201·40	216·75	210·10	—
März	—	—	—	235·78
März	240·12	241·65	234·93	243·25
April	242·15	238·94	236·62	239·79
Mai	235·24	231·44	234·35	231·85
Mai	232·31	—	—	—
Juni	—	242·99	238·99	228·32
Juni	220·71	—	—	—
Juli	—	221·47	213·27	216·25
Juli	212·50	213·11	—	—
August....	—	—	208·39	198·86
August ...	210·23	205·46	—	—
September	—	—	211·52	211·06
September	209·79	212·30	—	—
October...	—	—	232·91	237·87
October...	233·70	224·97	220·36	—
November .	—	—	—	236·09
November .	231·96	220·07	223·47	—
December .	—	—	—	238·10
December .	241·30	243·30	240·31	232·99
1849				
Jänner....	—	—	—	263·39
Februar...	264·22	268·51	271·74	260·50
März	263·69	272·50	270·40	261·90
März	273·05	—	—	—
April	—	278·82	282·40	275·88
April.....	280·64	—	—	—
Mai	—	284·51	283 87	276·17
Mai	277·92	282·33	—	—
Juni......	—	—	279·70	271·65
Juni......	270·76	269·60	—	—
Juli	—	—	263·65	265·22
Juli	261·11	258·23	259·84	—
August....	—	—	—	263·43
August....	264·70	260·96	258·72	—
September	—	—	—	261·67
September	257·27	255·00	267·04	265·69
October...	272·80	260·49	263·75	269·54
November .	274·37	278·35	271·59	265·13
December .	263·99	274 30	283·05	279·62
December .	282·28	—	—	—

Aus den Zahlen der vorhergehenden Tafel erhält man folgende Jahresmittel:

Tafel XXIII. Jahresmittel aus der vorigen Tafel.

Jahr	*P*	*m*	*A*	*M*	*P—A*
1840	597·75	593·85	600·84	603·58	—3·09
1841	636·89	634·26	636·34	636·51	+0·55
1842	426·77	426·39	424·38	423·66	+2·39
1843	506·29	507·11	511·29	507·92	—5·00
1844	552·92	552·90	552·66	554·01	+0·26
1845	509·30	511·77	510·87	508·13	—1·57
1846	174·04	173·50	174·52	173·10	—0·48
1847	269·19	267·67	273·64	271·24	—4·45
1848	225·20	225·12	223·84	226·73	+1·36
1849	269·75	270·30	271·31	267·68	—1·56
Mittel	416·81	416·29	417·97	417·26	—1·16

Wenngleich dieses Ergebniss auf unzweideutige Weise darzuthun scheint, dass die magnetische Erdkraft während des Apogeums und nach demselben stärker sei als während und nach dem Perigeum, so muss dieser Satz doch unter jene eingereiht werden, welche noch einer weiteren Bestätigung bedürfen, da aus den dreijährigen Mailänder Beobachtungen sich das Gegentheil ergibt. Es wurde nämlich aus diesen Beobachtungen durch ein ähnliches Verfahren, wie das hier angewendete, folgende Tafel gefunden.

Tafel XXIV. Dreijährige Mittel der Schwingungsdauer in Mailand.

Monat	Perigeum	Apogeum	P. — A.
Jänner und Februar	$22^{r}08928$	$22^{r}09339$	$-0^{r}00411$
Februar und März	08661	09445	−0·00784
März und April	09171	09424	−0·00253
April und Mai	09772	08939	+0·00833
Mai und Juni	09925	09082	+0·00843
Juni und Juli	09299	08428	+0·00871
Juli und August.........	09766	09873	−0 00107
August und September...	08757	09044	−0 00287
September und October..	09500	09964	−0·00464
October und November...	09531	10430	−0·00899
November und December.	08844	09408	−0·00556
December und Jänner....	08798	09954	−0·01166
Gesammtmittel..........	22·09246	22·09444	−0·00198

Die Schwingungsdauern wären also nach diesen Beobachtungen zur Zeit des Apogeums länger, d. h. die Kraft zu dieser Zeit schwächer als während des Perigeums, während die Prager Beobachtungen das Gegentheil andeuten. Diese Verschiedenheit scheint auch nicht von einer periodischen Änderung herzurühren, von welcher die Prager Beobachtungen, wie man aus der letzten Spalte der Tafel XXIII sieht, keine Spur verrathen, so wenig als die Mailänder, welche nach den Jahren gesondert folgende Unterschiede der Schwingungsdauern angeben:

$$1836 \quad \ldots\ldots \quad P—A = +0{\cdot}00273$$
$$1837 \quad \ldots\ldots \quad P—A = —0{\cdot}00629$$
$$1838 \quad \ldots\ldots \quad P—A = —0{\cdot}00099$$

Es kann demnach eine merkliche Einwirkung des Mondes durch Induction nicht angenommen werden, da diese von dessen Entfernung von der Erde abhängig sein müsste. Da aber andererseits eine solche von den Lichtphasen abhängige Wirkung nach XII nicht wohl geläugnet werden kann, so scheint es dass die Lichtmenge, welche der Erde von ihrem Trabanten zukömmt, eine der Ursachen sei, von welcher die Änderungen ihres magnetischen Zustandes bedingt werden.

XV.

Die Frage, ob und welchen Einfluss der Mond auf die magnetische Erdkraft habe, beschäftigt die Physiker bereits seit mehr als einem halben Jahrhundert, und wenn die meisten derselben bei Gelegenheit von Untersuchungen, die sie für andere Zwecke anstellten, darauf aufmerksam wurden, so kann dies wohl als ein Beweisgrund mehr für sein Bestehen gelten.

Schon zu Ende des vorigen Jahrhundertes stellte Heller[1]) in Fulda ein Jahr hindurch Beobachtungen an über den Indifferenzpunkt einer senkrecht aufgestellten weichen Eisenstange, welche durch Einwirkung

---

[1]) Gilb. Ann. d. Phys. Bd. 4, S. 477.

der Erdkraft magnetisch geworden war, und fand diesen Punkt sehr veränderlich. Nachdem er diese Änderungen vergeblich mit denen des Luftdruckes, der Temperatur und der übrigen Witterungsverhältnisse in Übereinstimmung zu bringen suchte, gerieth er auf die Idee, sie mit den Mondständen zu vergleichen, mit welchen sich ein Zusammenhang herausstellte, welcher sich auch durch eine zweite Beobachtungsreihe bestätigte, die auf Aufforderung Ritter's in den Jahren 1808 und 1809 ausgeführt wurde [1]).

In Kupffer's Abhandlung: „Untersuchungen über die Variationen der magnetischen Intensität in St. Petersburg" [2]), kömmt folgende Stelle vor: „Eines der merkwürdigsten Resultate, die man aus den vorhergehenden Beobachtungen ziehen kann, ist, dass die Intensität der magnetischen Kräfte der Erde durch den Einfluss der Erde geschwächt zu werden scheint. Wenn man die Mittel der während des Apogeums und Perigeums des Mondes die Tage vorher und nachher beobachteten Schwingungsdauer nimmt, so findet man, dass diese Schwingungsdauer zunimmt, wenn der Mond sich der Erde nähert, und abnimmt, wenn sich der Mond von der Erde entfernt."

Die vom Februar 1831 bis Mai 1832 fortgesetzten Beobachtungen, geben die Dauer von 200 Doppelschwingungen

$$\text{für das Apogeum} = 40' \; 0\overset{s}{.}5$$
$$\text{„ „ Perigeum} = 40 \;\; 1 \cdot 5$$

ein Ergebniss, welches mit dem der Prager Beobachtungen in Übereinstimmung ist.

Hansteen in seiner Abhandlung: *De mutationibus momenti virgae magneticae* [3]) gibt Seite 17 folgende Tafel für die Schwingungsdauer seines Dollond'schen Cylinders, in welchen t die Epoche, T das auf die constante Temperatur $+ 7\overset{\circ}{.}5$ R. reducirte Mittel der Dauer von 300 Schwingungen aus mehreren Beobachtungsreihen, deren Anzahl n ist, bedeutet:

t	T	n
1820ʳ71	814ˢ63	11
1822·68	814·83	6
1823·54	813·87	6
1825·98	816·83	2
1827·49	817·35	10
1828·16	818·39	5
1830·53	816·93	6
1831·57	815·57	5
1832·43	815·04	2
1834·98	813·93	2
1838·58	812·05	3
1839·25	811·50	7
1839·35	810·98	10
1839·48	811·62	10
1839·68	812·80	19
1840·23	813·27	17
1840·78	812·74	5
1841·28	812·26	25

worauf er sagt:

[1]) Gehlen's Journal für Chemie und Physik, Bd. 8, 1809, S. 690, oder Hansteen's Untersuchungen über den Magnetismus der Erde. S. 479.

[2]) Poggend. Ann. XXXIX. Bd., S. 225.

[3]) Christiania, 1842.

„Parvae mutationes, quas subiit vibrationis tempus T hujus cylindri his viginti annis, minime mutationi ipsius magnetici momenti cylindri attribui possunt; ex omnibus enim prioribus experimentis patuit, hoc semper decrescere, et hoc decrementum initio maximum esse. Fieri ut momentum crescat vix imaginari possumus, nisi acus medio tempore obnoxia fuerit aliis magneticis corporibus, quorum vi affecta sit; a qua tamen haec acus summa cura semper servata fuit. Nihilominus T primis tribus annis minime crevit, et ex 1828 ad 1839 sensim sensimque iterum decrevit; deinde rursum crescere coepit. Haec mutatio ergo necesse est attribuatur verae ipsius intensitatis terrae magnetismi variationi, cujus maximum cadit inter 1820 et 1823 et in annum 1839, minimum in annum 1828. Haec observatio periodum 18 annorum indicare videtur, et summo jure credere licet, hujus cylindri momentum jam anno 1820 limitem adsecutum esse. In commentariis literatis. „Nyt Magazin for Naturvidenskaberne." Vol. 2, pag. 207, seq. demonstrare conatus sum, has variationes nexu quodam cohaerere cum motu nodi ascendentis orbitae lunae circa eclipticam $18^2/_3$ annis peracto, et in intensitate horizontali simul adesse parvam secularem mutationem, qua illa quotannis crescit 0·000387."

Von den neueren Observatorien hat sich jenes in Makerstoun (Schottland) vom General Sir Thomas Brisbane, Bart. errichtet und unter die Leitung des Herrn John Broun Esq. gestellt, mit dieser Frage beschäftigt, und da diese Anstalt mit Apparaten ausgerüstet ist, welche an der Prager Sternwarte noch mangeln, da also die dort erlangten Resultate die unsrigen nicht nur bestätigen, sondern auch ergänzen, so wird es erlaubt sein, sie in Kürze anzuführen.

Die in dieser Beziehung untersuchten Beobachtungen umfassen den Zeitraum von 1843 bis 1846, die meisten Ergebnisse wurden jedoch aus den Jahren 1844 und 1845 gewonnen, und sind in dem erst kürzlich eingesendeten IX. Bd., part. II, der *Transactions of the Royal Society of Edinburgh* enthalten.

Die nach den Stundenwinkeln des Mondes geordneten Beobachtungen geben:

1. Für die Declination:

Das grösste Maximum zur Zeit der untern Culmination des Mondes,
„ kleinste Minimum 6 Stunden nach der untern Culmination,
„ zweite Maximum $2^1/_2$ Stunden nach der obern Culmination,
„ zweite Minimum 8 Stunden nach der obern Culmination

ganz übereinstimmend mit den Ergebnissen der Prager Beobachtungen. (S. Einfluss des Mondes auf die Declination, S. 27.)

2. Für die horizontale Intensität:

Das grösste Maximum ungefähr $1^1/_4$ Stunde nach der untern Culmination,
„ kleinste Minimum ungefähr 8 Stunden nach der obern Culmination,
„ zweite Maximum ungefähr 2 Stunden nach der obern Culmination,
„ zweite Maximum ungefähr 3 Stunden vor der obern Culmination.

Nach den Prager Beobachtungen treten diese Extreme sämmtlich um 2—3 Stunden später ein, wobei jedoch zu bemerken, dass bei uns die Stundenwinkel vom magnetischen nicht vom astronomischen Meridian aus gerechnet wurde.

3. Für die verticale Intensität:

a) im Winter: Maximum ungefähr 2 Stunden nach der untern Culmination.
Minimum ungefähr 5 Stunden nach der obern Culmination.

b) im Sommer: Grösstes Maximum $3^1/_2$ Stunden nach der untern Culmination,
kleinstes Minimum 8 Stunden nach der obern Culmination,
zweites Maximum nahezu bei der obern Culmination,
zweites Minimum nahezu 5 Stunden vor der obern Culmination.

4. Für die Inclination ergeben sich nahe dieselben Resultate, wie für die horizontale Intensität, natürlich im entgegengesetzten Sinne, nämlich:

Kleinstes Minimum ungefähr 1 Stunde nach der untern Culmination,
grösstes Maximum ungefähr 8 Stunden nach der obern Culmination,
zweites Minimum ungefähr $2^1/_2$ Stunden nach der obern Culmination,
zweites Maximum ungefähr $3^1/_2$ Stunden vor der obern Culmination.

5. Für die totale Intensität:

Grösstes Maximum 2—4 Stunden nach der untern Culmination,
kleinstes Minimum 6—8 Stunden nach der obern Culmination,
zweites Maximum 0—$2^1/_2$ Stunden nach der obern Culmination,
zweites Minimum 4—$2^1/_2$ Stunden vor der obern Culmination.

Um den Einfluss zu erkennen, welchen der Mond nach dem Orte in seiner Bahn ausübt, wurden die Tagesmittel eines jeden Elementes (Declination, horizontale Intensität etc.) für alle Tage in ein Mittel vereinigt, in welche der Mond gegen die Sonne oder gegen den Äquator dieselbe Lage hatte, z. B. für alle Tage des Neumondes und des vorhergehenden und nachfolgenden Tages, für alle Tage an welchen der Mond 2—5 Tage alt war u. s. f. und in Hinsicht auf den Äquator für alle Tage in der Nähe des nördlichsten Standes, für 2—5 Tage nach diesem nördlichsten Stande u. s. f. Die Untersuchung wurde nicht nur auf die Grösse des Werthes der einzelnen Elemente, sondern auch auf die Grösse ihrer täglichen Änderung *(range)* ausgedehnt, jedoch die verschiedene Entfernung des Mondes von der Erde nicht in Betracht gezogen. Man fand

1. Für die Declination:

Ein Maximum zwei Tage nach dem Vollmonde,
„ Maximum beim nördlichsten Stande des Mondes.

Das letzte Resultat wird auch von den Prager Beobachtungen bestätigt.
Für die Grösse der täglichen Änderung:

Ein Maximum . . . . = 16'05 zwei bis drei Tage nach dem Vollmonde,
„ Minimum . . . . = 11·28 drei Tage vor dem Neumonde,
„ Maximum. . . . = 16.15 ungefähr vier Tage nach dem nördlichen Stande,
„ Minimum . . . . = 12·30 beim nördlichsten und ungefähr drei Tage nach dem südlichen Stande,
„ zweites Maximum = 14·04 drei Tage vor dem nördlichsten Stande.

Es scheint demnach die Grösse der täglichen Änderungen mehr als alle übrigen von dem Einflusse des Mondes berührt zu werden. Die Einwirkung unterliegt auch einer jährlichen Periode, denn sie ist am

grössten zur Zeit der Äquinoctien, und scheint eben so gross, oder grösser zu sein als jene, welche die Sonne auf dieses Element ausübt. (S. pag. XIX des oben angeführten Werkes.)

Dieser Einfluss spricht sich ganz auf dieselbe Weise, wenn auch im kleineren Maasse in den Unterschieden aus, welche man zwischen den Monatmitteln und jeder zu derselben Stunde ausgeführten Beobachtung findet, wenn sie nach dem Stande des Mondes geordnet werden.

2. Für die horizontale Intensität (S. Jahrgang 1844, pag. 358):

Ein Minimum zur Zeit des Vollmondes,
„ Maximum zur Zeit des Neumondes,

übereinstimmend mit den Prager Beobachtungen, aus welchen sich auch (Taf. XVI) ergibt, dass gerade in den Jahren 1843—1846 der Unterschied in diesem Sinne seinen grössten Werth hatte, aber bald darauf (im Jahre 1848) das Zeichen änderte.

Ein Maximum beim nördlichsten und südlichsten Stande des Mondes,
„ Minimum beim Durchgange durch den Äquator.

In dieser Beziehung geben die Prager Beobachtungen ein verschiedenes Resultat. (Taf. XX.)

Für die Grösse der täglichen Änderung. Aus den vierjährigen Beobachtungen ergibt sich:

Ein Maximum zur Zeit des Vollmondes,
„ Minimum zur Zeit des Neumondes,
„ Maximum vier Tage nach dem nördlichsten Stande,
„ Minimum beim nördlichsten Stande selbst.

Die zweijährigen (1844 und 1845) Beobachtungen geben:

Ein Minimum beim grössten nördlichen und südlichen Stande des Mondes,
„ Maximum beim Durchgange durch den Äquator.

Hiermit stimmt auch der Gang überein, welcher die Unterschiede zwischen den einzelnen Beobachtungen und den entsprechenden Monatmitteln einhalten.

3. Für die verticale Intensität:

Grösstes Maximum zur Zeit des letzten Viertels,
kleinstes Minimum zur Zeit des Vollmondes,
zweites Maximum zur Zeit des ersten Viertels,
zweites Minimum zur Zeit des Neumondes.

Ferner zeigen sich Maxima beim nördlichsten und südlichsten Stande, und Minima, wenn der Mond in der Nähe des Äquators steht.

Für die Grösse der täglichen Änderung:

Ein Maximum unmittelbar nach dem Vollmonde,
„ Minimum zur Zeit des Neumondes.

Ferner ein Minimum beim südlichsten sowohl als nördlichsten Stande des Mondes,
„ Maximum wenn der Mond sich in der Nähe und nördlich vom Äquator befindet.

Die Unterschiede zwischen den Monatmitteln und den derselben Stunde zugehörigen Einzelbeobachtungen geben:

Ein Maximum zur Zeit des Vollmondes,
„ kleineres Maximum zur Zeit des Neumondes,
„ Minimum vor und eines nach dem Neumonde.
„ Minimum beim nördlichsten und eines beim südlichsten Stande des Mondes,
zwei Maxima in den Zwischenzeiten.

4. Für die Inclination:

Maximum unmittelbar nach dem Vollmonde,
Minimum unmittelbar vor dem Neumonde.
Minimum beim nördlichsten und südlichsten Stande,
Maxima wenn der Mond durch den Äquator geht.

5. Für die Totalkraft:

Minimum in der Nähe des Vollmondes,
Maxima in der Nähe der Viertel,
Maxima beim nördlichsten und südlichsten Stande,
Minima in den Zwischenzeiten.

ÜBER

DEN SCHEINBAREN DURCHMESSER DER FIXSTERNE.

VON S. STAMPFER,

WIRKLICHEM MITGLIEDE DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

(GELESEN IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM XXII. UND XXX. APRIL MDCCCLII.)

Unsere Kenntnisse über die Grösse und Entfernung der Fixsterne sind bekanntlich noch äusserst gering, besonders die letztere ist so ausserordentlich gross, dass es bisher trotz vielfacher Anstrengung nicht gelingen wollte, dieselbe auch nur näherungsweise zu bestimmen. Obschon uns zu dieser Messung eine Basis von 40 Millionen Meilen, der Durchmesser der Erdbahn, zu Gebote steht, ist doch der Winkel, unter welchem diese Basis von den Fixsternen aus gesehen wird, fast unmessbar klein. Nur soviel war bis vor wenigen Jahren sicher, dass die Fixstern-Parallaxe, d. i. der Winkel, unter welchem der Halbmesser der Erdbahn vom Sterne aus erscheint, eine Secunde nicht wohl übersteigen könne, weil sie sonst messbar sein müsste. In der letzten Zeit ist es jedoch den Astronomen gelungen, diese Parallaxe bei einigen Fixsternen als Bruchtheil einer Secunde etwas näher anzugeben.

Da demnach der Halbmesser der Erdbahn, an den Fixstern hinaus versetzt, kleiner als eine Secunde erscheint, so muss der scheinbare Durchmesser des Fixsternes noch vielmal kleiner sein, und auf diese Art ist man zu der Schlussfolge gekommen, dass der genannte Durchmesser höchstens wenige Hunderttheile einer Secunde betragen könne. An eine directe Messung ist daher nicht zu denken, die schon desshalb unausführbar ist, weil die Fixsterne wirklich unter einem Durchmesser erscheinen, der aber bloss optisch ist, und von der Lichtstärke des Sternes abhängt. Der wesentliche Grund hievon liegt darin, dass die Erregung auf der Netzhaut unseres Auges sich nicht auf einen fast untheilbaren Punkt beschränkt, sondern nach Massgabe der Lichtintensität sich weiter ausbreitet. Desshalb erscheinen die Fixsterne in einem Fernrohre bei Tage viel kleiner als bei der Nacht, oder können durch Verkleinerung der Öffnung des Fernrohres beliebig klein gemacht werden.

Es bleibt sonach nur der indirecte Weg übrig, zur Kenntniss des scheinbaren Durchmessers der Fixsterne zu gelangen. Wollaston verglich das Bild der Sonne, von einer Glaskugel reflectirt, mit der Flamme einer Wachskerze, und diese Abends mit Sirius. Der Durchmesser der Glaskugel war $^1/_{10}$ Zoll, ihre Entfernung 2520 Zoll; hiernach das Licht des Sirius $= \frac{1}{16}\left(\frac{0.1}{2520}\right)^2$ von dem der Sonne. Wollaston nimmt an, die Glaskugel reflectire nur die Hälfte des Lichtes, und setzt somit das Licht des Sirius 20000 Millionen Mal schwächer als das der Sonne. Die Fixsterne sind unzweifelhaft selbst leuchtende Sonnen, und ihre Leuchtkraft ist wahrscheinlich von der unserer Sonne nicht viel verschieden. Unter dieser

Voraussetzung müssen sich die Quadrate ihrer scheinbaren Durchmesser wie ihre Helligkeiten verhalten, wornach aus Wollaston's Versuchen der scheinbare Durchmesser des Sirius = 0″,0136 folgen würde.

Ich habe in den letzten Jahren verschiedene ähnliche Versuche gemacht, den scheinbaren Durchmesser der Fixsterne zu bestimmen. Ein kleines aber ausgezeichnetes Fernrohr von Fraunhofer diente hierzu: seine Brennweite ist 13,5 Zoll, Öffnung $12\frac{1}{2}$ Linien. Es zeigt die Fixsterne erster und selbst jene zweiter Grösse bei jeder Tageszeit.

Wird durch reflectirtes Sonnenlicht ein Lichtpunkt, gleichsam ein künstlicher Fixstern erzeugt, welcher in einer bestimmten Entfernung eben so hell im Fernrohre erscheint, wie zu gleicher Tageszeit ein Fixstern, so werden beide gleichen scheinbaren Durchmesser haben. Da man nicht beide Punkte gleichzeitig ansehen kann, so ist es schwierig, die gleiche Helligkeit zu schätzen; ich habe desshalb, um hier eine grössere Sicherheit zu erlangen, folgendes Verfahren angewendet. Es wurde eine Reihe von kreisförmigen Blendungen vorgerichtet, womit die Öffnung des Fernrohres allmählich verkleinert werden konnte, und mittelst derselben jene Öffnung gesucht, bei welcher der Stern die Grenze der Sichtbarkeit erreicht, oder eben zu verschwinden beginnt. Die Erfahrung hat gezeigt, dass auf diese Weise eine ziemliche Genauigkeit erreicht werden kann; es lassen sich noch Bruchtheile der Intervalle zwischen den Blendungen schätzen.

Es sei der wirkliche Durchmesser des künstlichen Sternes $= d$, seine Entfernung vom Objective des Fernrohres $= D$; Öffnung der vorgelegten Blendung, bei welcher er zu verschwinden beginnt $= a$; der scheinbare Durchmesser des Fixsternes $= \delta$, die zugehörige Öffnung der Blendung $= b$, so ist

$$\text{in Secunden } \delta = 206265\, \frac{d}{D} \cdot \frac{a}{b}.$$

Die ersten Versuche dieser Art machte ich im September 1850; mittelst eines Steinheil'schen Heliotropes wurde das Sonnenlicht auf einen entfernten Punkt reflectirt, und dem reflectirten Lichtbüschel eine Blechtafel senkrecht entgegengestellt, welche das Licht nur durch ein kleines Loch durchliess. Dieses Sternsignal wurde auf der Höhe des Wienerberges gegeben, und am Eichkogel bei Mödling beobachtet. Die Distanz beider Punkte war 6360 Klafter, und der Durchmesser des Loches vor dem Heliotrop ergab sich zu $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Linien. Aus drei Versuchen folgte der scheinbare Durchmesser der Fixsterne erster Grösse zu 0″,016, welches Resultat ich nur summarisch anführe, weil es sich sogleich zeigte, dass auf diesem Wege genügende Resultate nicht zu erreichen sind. Wegen der Undulation der Luft ist der künstliche Stern beständig in einer vibrirenden Bewegung, und erscheint nicht als Punkt, sondern als Fläche von beträchtlicher jedoch sehr veränderlicher Grösse. Der Hintergrund hat einen sehr wesentlichen Einfluss, und es ist, um brauchbare Vergleichungen zu erhalten, nothwendig, dass der künstliche Stern mit dem Stern am Himmel möglichst gleichen Hintergrund habe, eine Bedingung, welche bei dieser Art von Versuchen kaum erfüllbar ist. Endlich tritt ein Lichtverlust ein, sowohl bei der Reflexion am Spiegel als beim Durchgange durch die beträchtlich lange horizontale Luftschichte, welcher nicht gehörig in Rechnung gebracht werden kann, weil die Elemente hierzu nicht hinreichend genau bekannt sind. Dieses gilt besonders von dem letzteren Lichtverluste, welcher auch, je nach dem Zustande der Luft bedeutend veränderlich ist.

Um die Distanz zu verkleinern, wählte ich als künstlichen Stern das von kleinen Kugeln reflectirte Sonnenbild, und fand hierzu Tropfen oder Kügelchen von Quecksilber bei weitem am geeignetsten, indessen versuchte ich auch kleine Convexlinsen, polirte Stahlkugeln, Thermometerkugeln u. dgl. Die Quecksilberkügelchen von $\frac{1}{4}$ bis höchstens $\frac{3}{4}$ Linie Durchmesser wurden auf dem freien Platze vor dem Gebäude des k. k. polytechnischen Institutes aufgestellt, und von einem Fenster im zweiten Stocke zu einer Zeit beobachtet, wenn die Sonne nahe im Rücken stand. Dadurch wurde bewirkt, dass der Einfallswinkel nicht

über 25° ging, mithin das Sonnenbild in den Kügelchen von der Kreisform nicht erheblich abweichen konnte.

Bezüglich des Hintergrundes wäre es am einfachsten, die Quecksilberkügelchen auf einen Planspiegel zu legen, und diesem eine solche Neigung zu geben, dass der reflectirte Himmelsgrund mit jenem der zu vergleichenden Sterne gleich erscheint, was man in seiner Gewalt hat, weil die Helligkeit des Himmels gegen den Horizont hin zunimmt. Allein Glasspiegel sind nicht anwendbar, weil ausser dem directen Kügelchen noch ein fast eben so helles Spiegelbild desselben sichtbar ist. Durch Tafeln von blauem Glase, auf der Rückseite zur Beseitigung der Reflexion mit weissem Wachs überzogen, gelang es, einen Hintergrund herzustellen, der in Bezug auf Farbe, Helligkeit und charakteristischen Ton mit dem Himmel in der Höhe von etwa 50° sehr nahe übereinstimmte.

Auf dieser Tafel wurden mehrere Quecksilberkügelchen aufgelegt, und für jedes derselben jene Blendung des Fernrohres gesucht, bei welchem der Lichtpunkt die Grenze der Sichtbarkeit erreichte, ohne völlig verschwunden zu sein. Nach den Versuchen wurden die Durchmesser der Kügelchen unter einem Mikroskope mit einer Genauigkeit abgemessen, die jedenfalls bedeutend grösser ist als jene der Versuche selbst.

Die Blendungen für das Fernrohr waren aus Kartenpapier gemacht, und ihre Durchmesser näherungsweise in einer geometrischen Reihe mit dem Quotienten 0.85. Ich hielt diese Scale für hinreichend, da sich noch Bruchtheile der Intervalle leicht schätzen liessen. Die Durchmesser dieser Blendungen sind folgende:

Nr. der Blendung	Durchmesser Wiener Zoll
1	0″945
2	0,802
3	0,700
4	0,600
5	0,500
6	0,435
7	0,368
8	0,300
9	0,244
10	0,200.

Ich lasse nun die Beobachtungen folgen, welche von mir und dem Assistenten der praktischen Geometrie, Herrn Dr. Herr gemacht wurden. Die Distanz der Kügelchen vom Fernrohr in Wiener Klafter = D.

Kügelchen		Nr. der Blendung		Distanz D Wien.Klafter.	
Nr.	Durchmesser, Linien.	Stampfer.	Herr.		
1	0, 617	$8\frac{1}{2}$	8	34, 32	1. Juli 1851 zwischen 12 und 1 Uhr Mittags. Das Blau des Himmels matt, in der Gegend der Sonnne dunstig. Sonnenhöhe = 64°.
2	0, 524	8	$7\frac{1}{4}$		
3	0, 424	$6\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{2}$		
4	0, 367	6	$5\frac{3}{4}$		
5	0, 334	$5\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$		
6	0, 266	$3\frac{1}{2}$	4		
1	0, 617	$7\frac{1}{3}$	$7\frac{1}{4}$	43, 70	
2	0, 524	6	$5\frac{3}{4}$		
3	0, 424	$4\frac{1}{2}$	5		
1	0, 582	$8\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{3}$	34, 32	21. Juli 1851 zwischen $11\frac{1}{2}$ und 1 Uhr. Der Himmel sehr rein. Sonnenhöhe = 61°.
2	0, 450	$7\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$		
3	0, 351	6	$6\frac{1}{3}$		
4	0, 325	6	6		
5	0, 314	$5\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$		
6	0, 228	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$		
1	0, 582	$7\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$	43, 70	
2	0, 450	$5\frac{1}{2}$	6		
3	0, 351	$4\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$		
4	0, 325	$4\frac{1}{3}$	$4\frac{1}{3}$		
5	0, 314	4	4		
6	0, 228	2	2		
1	0, 487	8	$7\frac{3}{4}$	29, 61	14. October 1851 zwischen 12 und 1 Uhr. Der Himmel ziemlich rein. Sonnenhöhe = $33\frac{1}{2}$°.
2	0, 406	$7\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$		
3	0, 410	$7\frac{1}{4}$	$7\frac{1}{2}$		
4	0, 342	7	7		
5	0, 326	$6\frac{1}{2}$	6		
6	0, 315	6	6		
7	0, 243	5	$4\frac{3}{4}$		
1	0, 538	8	$8\frac{1}{3}$	34, 44	5. April 1852 zwischen 12 und 1 Uhr. Der Himmel ganz rein, jedoch das Blau etwas matt. Sonnenhöhe = 47°.
2	0, 536	8	$8\frac{1}{2}$		
3	0, 609	$8\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{2}$		
4	0, 380	$6\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{2}$		
5	0, 429	$7\frac{1}{4}$	$7\frac{1}{2}$		
6	0, 492	$7\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$		
7	0, 273	4	$4\frac{1}{2}$		
8	0, 313	$5\frac{1}{4}$	$5\frac{2}{3}$		
9	0, 351	$5\frac{3}{4}$	$5\frac{1}{2}$		

Die Vergleichung mit Fixsternen wurde an einem sehr heiteren Tage von demselben Fenster aus gemacht, wobei auch noch 3 Studirende Theil nahmen. Es ergab sich

		α Lyzae	α Bootis
Stampfer:	Nr. der Blendung =	6	$6\frac{1}{2}$
Dr. Herr	„ „ „ =	6	$6\frac{1}{2}$
Lewin	„ „ „ =	6	6
Peyer	„ „ „ =	$6\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{2}$
Schmid	„ „ „ =	6	$6\frac{1}{2}$

Im Mittel aus beiden Sternen folgt Nr. der Blendung = $6\frac{1}{4}$, deren Öffnung = $0'',418 = b$. Höhe der Sterne über den Horizont 25 bis 28 Grad.

Nun sei d der Durchmesser des Quecksilberkügelchens, D seine Entfernung vom Fernrohre, a der Durchmesser der Blendung vor dem Fernrohre bei Beobachtung desselben, b dieselbe correspondirend für einen Fixstern, ϑ der scheinbare Durchmesser der Sonne, δ derselbe für den Fixstern, so ist

$$\frac{\delta}{\vartheta} = \frac{ad}{4bD}$$

1851, 1. Juli . . $\vartheta = 1890''$
„ 21. Juli . . „ = 1892
„ 14. October . „ = 1928
1852, 5. April . . „ = 1920

Folgende Tabelle enthält die Durchmesser der Blendungen in Zoll sammt den übrigen Elementen und die berechneten scheinbaren Durchmesser δ.

	D	Kügelchen		Stampfer		Herr	
		Nr.	d Linien	a Zoll	δ Secunden	a Zoll	δ Secunden
1851	34, 32	1	0, 617	0, 272	0, 00640	0, 300	0, 00706
		2	0, 524	0, 300	600	0, 351	701
		3	0, 424	0, 402	650	0, 402	650
		4	0, 367	0, 435	609	0, 451	632
1. Juli		5	0, 334	0, 467	595	0, 467	595
		6	0, 266	0, 650	660	0, 600	609
	43, 70	1	0, 617	0, 345	637	0, 351	648
		2	0, 524	0, 435	682	0, 451	707
		3	0, 424	0, 550	698	0, 500	635
	Mittel aus 9 Beobachtungen				0, 00641		0, 00654
21. Juli	34, 32	1	0, 582	0, 272	0, 00604	0, 281	0, 00624
		2	0, 450	0, 334	573	0, 334	573
		3	0, 351	0, 435	582	0, 413	553
		4	0, 325	0, 435	540	0, 435	540
		5	0, 314	0, 467	560	0, 467	560
		6	0, 228	0, 650	565	0, 650	565
	43, 70	1	0, 582	0, 334	0, 00582	0, 334	0, 00582
		2	0, 450	0, 467	629	0, 435	586
		3	0, 351	0, 550	578	0, 550	578
		4	0, 325	0, 567	552	0, 567	552
		5	0, 314	0, 600	564	0, 600	564
		6	0, 228	0, 802	548	0, 802	548
	Mittel aus 12 Beobachtungen				0, 00573		0, 00569
14. October	29, 61	1	0, 487	0, 300	0, 00659	0, 317	0, 00696
		2	0, 406	0, 334	612	0, 334	612
		3	0, 410	0, 351	650	0, 334	618
		4	0, 342	0, 368	568	0, 368	568
		5	0, 326	0, 402	592	0, 435	640
		6	0, 315	0, 435	618	0, 435	618
		7	0, 243	0, 500	548	0, 525	576
	Mittel aus 7 Beobachtungen				0, 00607		0, 00616
1852	34, 44	1	0, 538	0, 300	0, 00623	0, 281	0, 00583
		2	0, 536	0, 300	620	0, 272	562
		3	0, 609	0, 272	639	0, 272	639
5. April		4	0, 380	0, 402	589	0, 402	589
		5	0, 429	0, 351	581	0, 334	553
		6	0, 492	0, 334	634	0, 334	634
		7	0, 273	0, 600	632	0, 550	580
		8	0, 313	0, 484	584	0, 457	552
		9	0, 351	0, 451	611	0, 467	632
	Mittel aus 9 Beobachtungen				0, 00612		0, 00592

An den erhaltenen Mittelwerthen δ sind, wenn man die Sache genauer nimmt, noch einige Verbesserungen anzubringen.

a) Nicht alles Licht wird vom Quecksilber reflectirt, nimmt man nach den verlässlichsten Bestimmungen an, es werde 0,75 des einfallenden Lichtes von einer möglichst reinen Quecksilberfläche zurückgeworfen (die Kügelchen wurden jedesmal unmittelbar vor den Versuchen gebildet), so ist δ mit $\sqrt{0{,}75}$ zu multipliziren.

b) Die Licht-Absorption der Atmosphäre ist in verschiedenen Höhen verschieden. Die beiden Vergleichsterne wurden in der Höhe von etwa 27° beobachtet; die Höhe der Sonne ist in der ersten Tabelle angegeben. Nach einer Berechnung, die hier nicht weiter verfolgt werden kann, finde ich die

Helligkeit der Sonne am 1. Beob. Tage = 1,182
" " " " 2. " " = 1,177
" " " " 3. " " = 1,070
" " " " 4. " " = 1,133

wenn man dieselbe für die Höhe von 27° mit 1 bezeichnet, mithin sind die gefundenen δ mit den Quadratwurzeln aus diesen Zahlen zu multipliziren.

c) Die blaue Glastafel, welche den Hintergrund der Quecksilberkügelchen bildete, stimmte mit dem Himmel auf der Nordseite in der Höhe von etwa 50° überein, und war daher etwas dunkler als jene Stelle, an welcher die Sterne beobachtet wurden, mithin die beobachteten Blendungen a zu klein. Um hier eine Reduction zu finden, wurden gleichzeitig Versuche mit einem helleren Hintergrunde angestellt, welcher mit dem Himmel in der Höhe von etwa 10° übereinstimmte. Aus 8 Versuchen ergab sich, wenn man den scheinbaren Durchmesser für diese mit δ' bezeichnet

Stampfer . . . $\frac{\delta'}{\delta}$ = 1,452
Herr . . . . = 1,480
Mittel . . . . = 1,466

woraus man zugleich sieht, welchen grossen Einfluss der Hintergrund bei diesen Versuchen hat. Durch mehrfache Vergleichung mit dem Himmel fanden wir, dass die dunklere Tafel um 1/3 des Intervalles beider Tafeln hätte heller sein sollen, um mit dem Himmel in 27° Höhe übereinzustimmen, wornach die gefundenen δ mit 1,155 zu multipliziren sind.

Durch diese dreifache Reduction ergeben sich die Mittelwerthe auf folgende Art:

			Stampfer	Herr
1851	1. Juli . .	δ =	0″00697 .	. 6″00711
	21. Juli . .	" =	0, 00622 .	. 0, 00617
	14. October .	" =	0, 00628 .	. 0, 00639
1852	5. April . .	" =	0, 00651 .	. 0, 00630

Die grössere Abweichung am 1. Juli hat ohne Zweifel in dem ungünstigeren Zustande des Himmels, ihren Grund, welcher an diesem Tage nicht so rein, und besonders in der Nähe der Sonne dunstiger war als an den übrigen Tagen. Ich glaube daher der Wahrheit näher zu kommen, wenn ich den 1. Juli ausschliesse. Im Mittel aus beiden Beobachtern mit Rücksicht auf die Zahl der Beobachtungen an den einzelnen Tagen ergibt sich sodann

$$\delta = 0'',00630$$

als scheinbarer Durchmesser eines Fixsternes von der Helligkeit der beiden verglichenen Sterne. Setzt man die mittlere Helligkeit der Sterne erster Grösse = 1, so ist nach Steinheil [1]):

Helligkeit von α Lyrae = 1,83
„ „ α Bootis = 1,46
Mittel . . = 1,645

und der scheinbare Durchmesser eines Fixsternes

$$\text{erster Grösse } \delta = \frac{0{,}00630}{\sqrt{1{,}645}} = 0''00491$$

unter der Voraussetzung, dass die Natur des Lichtes und die Leuchtkraft dieselbe, wie bei unserer Sonne und keine merkliche Lichtabsorption im Weltraume stattfindet.

Das gefundene Endresultat erscheint ziemlich genau, insoferne dieses von der Harmonie der einzelnen Beobachtungen unter sich abhängt, denn der mittlere Fehler einer einzelnen Beobachtung ist nur $= \pm \frac{1}{25}\delta$. Allein eine grössere Unsicherheit liegt in den Reductions-Elementen. Besonders ist die Absorptionskraft der Atmosphäre und die Helligkeit des Himmelsgrundes unter verschiedenen Höhenwinkeln nicht hinreichend genau bekannt, und überdies bedeutend von dem jedesmaligen Zustande der Luft abhängig, was nicht nur an sich klar ist, sondern auch durch unsere Beobachtungen vom 1. Juli bestätigt wird.

Die mittlere Unsicherheit einer einzelnen Beobachtung beträgt nahe $^1/_4$ des Intervalles der Blendungen, was mit $^1/_{11}$ einer Ordnung oder Helligkeitsstufe correspondirt. Das angewendete Verfahren, die Sterne hinsichtlich ihrer Helligkeit dadurch zu vergleichen, dass sie durch allmähliches Verkleinern der Öffnung des Fernrohres zum Verschwinden gebracht werden, zeigt sich somit als ziemlich genau, ja ich halte es für genauer, als wenn zwei Sterne in demselben Gesichtsfelde gleich hell erscheinen, was um so schwerer beurtheilt werden kann, je heller die Sterne sind. Diesen von Argelander [2]) ausgesprochenen Satz habe ich vollkommen bestätigt gefunden, denn mit voller Öffnung des Fernrohres waren öfters zwei bis drei künstliche Sterne kaum oder gar nicht zu unterscheiden, während der Unterschied mit der Verkleinerung der Objectiv-Öffnung immer mehr hervortrat. Man könnte auch folgendes Verfahren von Steinheil anwenden. Bekanntlich geht das Bild eines Sternes in eine kreisförmige Fläche über, wenn das Ocular des Fernrohres verschoben wird. Wird nun das Ocular so weit herausgezogen, bis der Rand der Lichtfläche auf dem Himmelsgrunde nicht mehr zu unterscheiden ist, so lassen sich aus den Auszugsweiten die Durchmesser der Lichtflächen und somit die relativen Helligkeiten der Sterne finden. Diese Methode gibt eine grosse Schärfe, wenn die Sterne hinreichend hell sind; mein Fernrohr war jedoch zu schwach, um auf diese Art bei Tage für die Sterne am Himmel gute Vergleichungen zu erhalten, auch wären die Versuche viel mühsamer geworden, weil auf dem künstlichen Hintergrunde gleichzeitig nicht mehrere Quecksilberkügelchen hätten aufgelegt werden können, indem ihre Lichtflächen störend ineinandergreifen würden.

Man kann hier noch fragen, ob denn wohl die Oberfläche der auf einer Glastafel liegenden Quecksilbertropfen als sphärisch betrachtet werden könne. Streng genommen kann dieses nicht der Fall sein, allein ich war nicht im Stande, bei dem geringen Durchmesser von $^1/_4$ bis $^2/_3$ Linie eine merkliche Abweichung zu finden, indem ich bei senkrechter Lage des Mikroskopes optische Bilder in verschiedenen Entfernungen von der senkrechten Axe des Tropfens mass. Jedenfalls ist dieser Fehler im Verhältnisse zu den andern eben besprochenen Fehlern ganz unerheblich. Bei grösseren Tropfen zeigt sich allerdings die Abweichung, von der sphärischen Gestalt.

---

[1]) Helligkeitsmessungen am Sternhimmel, eine gekrönte Preisschrift.

[2]) Schumacher, Jahrbuch 1844.

Aus folgendem Grunde kann der gefundene Werth δ etwas zu klein sein. Das Quecksilberkügelchen reflectirte zugleich den besonders in der Nähe der Sonne stark beleuchteten Himmel, dieses Licht summirte sich zu dem des eigentlichen Sonnenbildes und vermehrte somit dessen Sichtbarkeit. Indessen bedeutend dürfte dieses kaum gewesen sein, denn selbst die grössten Kügelchen waren mit der ganzen Öffnung des Fernrohres gänzlich unsichtbar, wenn sie nur so weit gedeckt wurden, dass die directen Sonnenstrahlen selbe nicht treffen konnten.

Da die Helligkeit des Gesichtsfeldes mit der Öffnung des Objectives abnimmt, so sollte δ zu klein erhalten werden, wenn die Blendung a kleiner als b ist. Allein unsere Beobachtungen zeigen keinen bedeutenden Einfluss dieser Art. Vierzehn Beobachtungen, bei denen die Blendung $a < b$ war, geben im Mittel $\delta = 0''.00639$, während das Hauptmittel $= 0'',00630$ ist, der Unterschied erreicht kaum die Unsicherheit, welcher das Endresultat noch unterliegt.

Bei Fixsternen von verschiedener Lichtstärke (immer unter Voraussetzung einer gleichen Beschaffenheit mit der Sonne und ohne Absorption im Weltraume) müssen sich die Quadrate der scheinbaren Durchmesser wie die Lichtstärken verhalten. Setzt man die Helligkeit der Sterne erster Grösse $= 1$, so kann dieselbe für Sterne der m^{ten} Grösse ausgedrückt werden durch

$$H = \frac{1}{a^{m-1}}$$

wo a das Helligkeitsverhältniss zwischen den einzelnen Grössenstufen bedeutet. Ich habe bei einer früheren Gelegenheit [1] den Versuch gemacht, die Grösse a zu bestimmen und vorläufig $\sqrt{a} = 1,587$ gefunden. Da zufällig $\sqrt[3]{4} = 1,5874\ldots$, so kann auch $a = 4^{\frac{2}{3}}$ gesetzt werden. Hiernach wird für Sterne der m^{ten} Grösse der scheinbare Durchmesser

$$\delta = 0''00491\ \sqrt{H}$$

$$\text{d. i. } \delta = 0''00780\ \left(\tfrac{1}{4}\right)^{\frac{m}{3}} \quad . \quad . \quad (1)$$

Nach dieser Formel sind folgende scheinbare Durchmesser für verschiedene Grössenclassen und für einige der hellsten Sterne berechnet. Bei den letzteren ist die Grösse m aus Steinheil's Messungen abgeleitet.

		Grösse m	Scheinbarer Durchmesser δ
α Canis majoris	Sirius	0,106	0''007360
α Lyrae	Wega	0,347	0, 006584
α Bootis	Arcturus	0,590	0, 005884
α Canis minoris	Procyon	0,974	0, 004928
α Aurigae	Capella......	1,190	0, 004462
α Virginis	Spica	1,224	0, 004391
β Orionis	Rigel	1,442	0, 003973
α Orionis	Beteugeuze ..	1,574	0, 003738
α Leonis	Regulus	1,600	0, 003690
		2	0, 003068
		3	0, 001933
		4	0, 001218
		5	0, 000768
		6	0, 000484
		7	0, 000305
		8	0, 000192
		9	0, 000121
		10	0, 000076
		11	0, 000048
		12	0, 000030

[1]) Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe, November, 1851.

Wahrer Durchmesser der Fixsterne.

Der wahre Durchmesser eines Fixsternes kann natürlich erst gefunden werden, wenn seine Entfernung oder Parallaxe bekannt ist. Ist diese $= p$, der scheinbare Durchmesser $= \delta$, der wahre $= g$ (der wahre Durchmesser der Sonne $= 1$ gesetzt), so ist

$$g = \frac{\delta}{2\, p \sin \rho}$$

wo ρ der scheinbare Halbmesser der Sonne in ihrer mittleren Entfernung. Setzen wir diesen $= 961''$, so wird

$$g = 107{,}32\, \frac{\delta}{p} \quad . \quad . \quad (2).$$

So sehr sich die Astronomen seit der Aufstellung des kopernikanischen Systems bemühten, eine Parallaxe der Fixsterne zu finden, um dadurch einen augenscheinlichen Beweis für dieses System zu erhalten, so wollten doch die Anstrengungen fortwährend nicht gelingen. Nur immer kleiner und kleiner wurde bei der beständig zunehmenden Genauigkeit der Instrumente und Messungsmethoden die Grenze, über welche die gesuchte Parallaxe nicht hinaus gehen konnte, ohne entdeckt zu werden, und schon vor einem Jahrhundert konnte Bradley erklären, diese Parallaxe könne, wenigstens bei den von ihm untersuchten Sternen, eine Secunde nicht übersteigen, weil er sie sonst würde gefunden haben. Erst in der letzten Zeit ist es den Astronomen mittelst der grossen und vollkommenen Instrumente gelungen, nicht bloss negative Resultate, sondern wirkliche Parallaxen in Bruchtheilen einer Secunde zu finden. Bessel hat eine Parallaxe für den Doppelstern 61 Cygni, W. Struve für α Lyrae erhalten; Maclear und Henderson am Cap der guten Hoffnung suchten dieselbe für α Centauri und Sirius zu bestimmen.

C. A. F. Peters hat in einer ausführlichen Abhandlung über diesen Gegenstand [1]) die bisher gewonnenen Resultate kritisch untersucht und zusammengestellt. Ich entnehme daraus folgende Parallaxen, welche am sichersten bestimmt zu sein scheinen. Bei α Centauri ist Maclear's neueste Bearbeitung benützt [2]).

	Jährliche Parallaxe	Wahrscheinliche Unsicherheit	Beobachter
61 Cygni . . .	0″348	± 0″010 . . .	Bessel.
α Lyrae . . .	0,262	± 0,025 . . .	W. Struve.
α Centauri . .	0,919	± 0,034 . . .	Maclear.
Sirius	0,34	± 0,11 . . .	Henderson.
„	0,15	± 0,09 . . .	Maclear.
Polaris	0,121	± 0,014 . . .	Verschiedene.

Setzt man diese Parallaxen in obige Formel (2), so ergeben sich die wahren Durchmesser g in Theilen des Sonnendurchmessers auf folgende Art. Bei Sirius ist das Mittel beider Parallaxen genommen.

---

[1]) *Mémoires de l'Académie impér. des sciences de St. Pétersbourg. 1848.*

[2]) *Memoirs of the royal astron. society. 1851.*

	Grösse m	Parallaxe p	Scheinbarer Durchmesser δ	Wahrer Durchmesser g
61 Cygni.........	5	0″348	0″000774	0, 239
α Lyrae.........	0,347	0, 262	0, 00664	2, 721
α Centauri......	1	0, 919	0, 00491	0, 574
Sirius.........	0,106	0, 245	0, 00745	3, 260
Polaris.......	2	0, 121	0, 00310	2, 745

Diese Zahlen g sind ganz mässig und es dürfte sich kaum ein Grund angeben lassen, sie für unwahrscheinlich zu halten. Sirius wäre hiernach im Durchmesser etwa $3^1/_4$mal, α Lyrae und Polaris $2^3/_4$mal grösser als die Sonne; α Centauri und 61 Cygni hingegen sind kleiner, und die Sonne scheint demnach weder zu den besonders grossen noch besonders kleinen Fixsternen zu gehören. α Centauri dürfte einer der nächsten Fixsterne sein, und das Maximum der Parallaxe eine Secunde erreichen, wenn nicht übersteigen. Nimmt man dafür eine Secunde, und nennt die entsprechende Entfernung eine Sternweite, so wird diese = 206265 Halbmesser der Erdbahn oder = $4^1/_4$ Billionen deutsche Meilen, welche das Licht in 3,224 Jahren durchläuft.

Wollte man g als gegeben ansehen, so liesse sich aus (2) die Parallaxe p finden. Setzt man z. B. $g = 1$, oder die Fixsterne mit der Sonne gleich gross, so ergeben sich folgende Parallaxen:

Grösse m	Parallaxe p
1	0″5272
2	0, 3321
3	0, 2092
4	0, 1318
5	0, 0830
6	0, 0523
7	0, 0330
8	0, 0207
9	0, 0131
10	0, 0082

Einer $n$mal grösseren Parallaxe entspricht ein $n$mal kleinerer Durchmesser g.

Vergleichung des scheinbaren Durchmessers der Fixsterne nach Formel (I) mit den aus Doppelsternen bisher gewonnenen Resultaten.

Wenn ein Sternpaar nach dem Gesetze der Schwere ein besonderes System bildet und hiernach einer um den andern, oder eigentlich beide um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt laufen, so ist nach den Kepler'schen Gesetzen

$$t^2\mu = \left(\frac{a}{p}\right)^3 \quad . \; . \; . \; (3)$$

wo t die Umlaufszeit in Erdjahren; μ die Summe der Massen beider Sterne in Theilen der Sonnenmasse: a die halbe grosse Axe der Bahn (scheinbar von der Erde gesehen) und p die jährliche Parallaxe bedeuten.

Ist f die Dichte der Sterne und g der Durchmesser einer Kugel, welche der Summe beider Sterne gleich ist (f und g für die Sonne $= 1$ genommen), so ist

$$\mu = g^3 f;$$

setzt man diesen Werth in (3) und zugleich für g seinen Werth aus (2), so folgt, wenn wir Δ für δ setzen,

$$107{,}32 \sqrt[3]{t^2 f} = \frac{a}{\Delta} \quad . \; . \; . \; (4)$$

wo jetzt Δ den scheinbaren Durchmesser der Summe beider Sterne vorstellt, nämlich

$$\Delta = \sqrt[3]{\delta_1^3 + \delta_2^3}$$

Sind a, t und Δ gegeben, so kann nach (4) die Dichte f gefunden werden. Ich will jedoch $f = 1$, oder die Dichte der Sterne gleich der unserer Sonne annehmen, um zu sehen, wie hier der scheinbare Durchmesser sich ergibt. Da unserer Formel (1) für den scheinbaren Durchmesser ohnehin die Bedingung zu Grunde liegt, dass die Sterne mit der Sonne gleiche Leuchtkraft haben, diese aber eine nahe gleiche Dichte, wenn auch nicht nothwendig, doch wahrscheinlich macht, so ist dadurch die Annahme $f = 1$ zum Theil gerechtfertigt. Hiernach erhalten wir aus (4)

$$\Delta = 0.009318 \frac{a}{\sqrt[3]{t^2}} \quad . \; . \; . \; (5)$$

und diese Formel wollen wir nun mit der früheren (1) vergleichen.

Herschel der Ältere war der Erste, der genaue Messungen der Doppelsterne unternahm, ursprünglich zu dem Zwecke, um durch Änderungen in ihrer gegenseitigen Stellung eine Parallaxe der Fixsterne zu entdecken. Ein Verzeichniss von mehreren hundert Doppelsternen, sämmtlich mit einer bis dahin unerreichten Genauigkeit gemessen, war die Frucht dieser vieljährigen Arbeit. Dabei fand er nun, dass solche besonders sehr nahe Sternpaare weit häufiger vorkommen, als dies der Wahrscheinlichkeit nach der Fall sein kann, wenn sie bloss optisch oder zufällig einander nahe stehen, und schloss hieraus, dass die beiden Sterne grossentheils wirklich einander sehr nahe stehen, und gemäss dem Gravitationsgesetze besondere Systeme bilden müssen, an denen man im Laufe der Zeit entsprechende Änderungen werde beobachten können. Trotz seiner Aufforderung zu solchen Beobachtungen blieb er hierin fast ganz allein und man begnügte sich, seine Ideen anzustaunen. Erst um das Jahr 1820 unternahm Herschel, der Sohn, ähnliche Untersuchungen und fast gleichzeitig begann W. Struve mit dem Dorpater Refractor seine grosse Arbeit über Doppelsterne, deren Resultate 1837 in seinem berühmten Werke über diesen Gegenstand erschienen, welches gegen 3000 Doppelsterne enthält. Die neueren Beobachtungen haben die Richtigkeit der Idee Herschel's I. überzeugend nachgewiesen, und zeigen bei vielen Doppelsternen eine Bewegung des einen Sternes um den andern, oder beider um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt im Sinne der Kepler'schen Gesetze. Bei einigen derselben ist es bereits gelungen, die Bahnelemente zu bestimmen, freilich zum Theil noch ziemlich unsicher, weil die Zwischenzeiten genauer Beobachtungen noch zu klein sind.

Mädler, welcher diesen Theil der Astronomie mit grösstem Eifer verfolgt, hat wiederholt solche Bahnberechnungen geliefert. In folgender Zusammenstellung sind die Umlaufszeit t und die halbe grosse Axe a jenen Elementen entnommen, welche er 1842 in den astronomischen Nachrichten Nr. 452 bekannt gemacht hat. Δ ist der scheinbare Durchmesser nach Formel (5), Δ' derselbe correspondirend nach unserer Formel (1). Die Grösse m der Sterne ist nach W. Struve:

	Grösse m	a	t	Δ	Δ'
ξ Urs. majoris...	4,0 ; 5,0	2″290	60, 46	0″001385	0″001323
ζ Cancri........	5,0 ; 5,7	1, 292	58, 91	0, 000795	0, 000861
η Coronae......	5,2 ; 5,7	1, 088	43, 25	0, 000823	0, 000807
σ Coronae......	5,0 ; 6,0	3, 918	608, 5	0, 000509	0, 000833
ζ Herculis......	3,0 ; 6,5	1, 189	31, 47	0, 001112	0, 001955
α Geminorum...	2,7 ; 3,7	7, 008	232, 1	0, 001730	0, 002412
γ Virginis......	3,0 ; 3,0	3, 402	145, 4	0, 001147	0, 002456
ω Leonis........	6,2 ; 7,0	0, 857	82, 53	0, 000421	0, 000489
Struve 3062...	6,9 ; 8,0	1, 255	94, 76	0, 000563	0, 000343

Die Übereinstimmung zwischen Δ und Δ' ist bei der Mehrzahl der Art, dass ein Zusammenhang zwischen diesen auf ganz verschiedenen Wegen erhaltenen scheinbaren Durchmessern nicht zu verkennen ist. In wieferne die Differenzen unserer zu Grunde liegenden Hypothese (nämlich dass die Sterne mit der Sonne gleiche Leuchtkraft und Dichte haben) oder den Elementen a und t zur Last fallen, lässt sich natürlich nicht angeben, zur Vergleichung lasse ich die Werthe Δ folgen, welche sich aus Mädler's neuesten Elementen obiger Doppelsterne ergeben. (Mädler's Untersuchungen über die Fixstern-Systeme. 1847. I. Thl.)

	a	t	Δ
ξ Urs. majoris...	2″295	61, 30	0″001376
ζ Cancri........	0, 892	58, 37	0, 000553
η Coronae.......	0, 902	42, 50	0, 000690
σ Coronae.......	3, 900	478, 04	0, 000595
ζ Herculis......	1, 208	30, 22	0, 001160
α Geminorum....	5, 692	519, 77	0, 000821
γ Virginis......	3, 863	169, 45	0, 001176
ω Leonis........	0, 851	117, 58	0, 000330
Struve 3062...	0, 998	146, 83	0, 000334

Diese Werthe Δ stimmen mit den zugehörigen Δ' kaum so gut, wie früher, und man sieht überhaupt, welche grosse Unsicherheit in den Elementen noch grossentheils vorhanden ist.

Bei α Geminorum ist die Umlaufzeit von 232 auf 520 Jahre gestiegen und zugleich a von 7″ auf 5,″7 zurückgegangen, ja früher hat Mädler eine Bahn gegeben mit $t = 200$ und $a = 43,''2$.

Bei σ Coronae ist $t = 478$, früher 608, während a sich nicht erheblich änderte. Ein paar Jahre früher gab Mädler [1]) $t = 200$ mit $a = 2'',93$, womit $\Delta = 0,''000798$ folgt, sehr gut mit Δ' übereinstimmend.

Bei ζ Cancri ist, ohne erhebliche Änderung der Umlaufszeit, der letztere Werth a um mehr als den dritten Theil kleiner als früher, was eine ebenso grosse Änderung in Δ zur Folge hat.

Ähnliche Unterschiede der Elemente sieht man auch bei mehreren anderen obiger Doppelsterne. Die Bahn von ξ Urs. majoris dürfte eine der bestbegründeten sein. Nur bei sehr nahe stehenden Doppelsternen ist die Umlaufszeit so klein, dass jetzt schon eine Bahnberechnung möglich ist, allein bei solchen ist die Messung der Distanzen und Richtungswinkel weit schwieriger und die Beobachtungsfehler haben einen viel grösseren Einfluss auf die Elemente. Die bereits gewonnenen Resultate sind in Betracht dieser Schwie-

---

[1]) Mädler, Populäre Astronomie. Berlin 1841.

rigkeiten gewiss aller Anerkennung würdig, sie sind nur durch die ausgezeichneten Mikrometermessungen der neueren Zeit, besonders jener in Dorpat, möglich geworden, und eröffnen ein ganz neues Feld der Astronomie, gegen welches dasjenige als ein Punkt verschwindet, innerhalb welchem bisher die Bahnberechnungen der Astronomen sich bewegten.

Wenn die von Struve geschätzten Grössen m nicht dem Gesetze entsprechen, welches unserer Formel (1) hinsichtlich der Helligkeit der Sterne zu Grunde liegt, so muss desshalb eine Differenz in den nach (1) und (5) berechneten Δ' und Δ entstehen. Die Helligkeitsconstante $b = 1{,}587$, welche der Formel (1) zu Grunde liegt, habe ich auf Argelander's Grössenschätzung zu gründen gesucht, und dürfte diese näherungsweise ausdrücken. Ich habe nun bei 50 Sternen von 2. bis 6. Grösse die Schätzungen beider Astronomen verglichen und finde, dass die Summen der positiven und negativen Differenzen sehr nahe gleich sind, mithin eine bedeutende constante Abweichung der Formel (1) von Struve's Grössenschätzung kaum zu befürchten ist. Es kann jedoch immerhin ein Theil der Differenzen zwischen Δ und Δ' der Unsicherheit in m zugeschrieben werden.

In Betracht aller dieser Schwierigkeiten ist die Übereinstimmung zwischen Δ und Δ' gewiss befriedigend, ja grösser, als mit Grund erwartet werden konnte, und es wird sonach erlaubt sein, die Hypothese, welche bei den Fixsternen die Leuchtkraft und Dichte unserer Sonne voraussetzt, und somit auch unsere Gleichung (5) so lange für näherungsweise richtig anzunehmen, bis Beobachtungen uns hierüber näheren Aufschluss geben. Durch diese Annahme sind wir in den Stand gesetzt, bei Doppelsternen aus der Distanz auf die Umlaufszeit zu schliessen. Freilich ist, so lange die Gestalt der Bahn und ihre Neigung gegen die Gesichtslinie unbekannt sind, auch die halbe grosse Axe a unbestimmt, und nur soviel bekannt, dass sie nicht kleiner, wohl aber unbestimmt grösser sein könne, als die Hälfte der grössten beobachteten Distanz. Setzen wir in (5) für δ seinen Werth aus der Gleichung (1) so folgt

$$t = 1{,}\ 306.2^{m} \sqrt{a^3} \quad . \ . \ . \ (6)$$

wo m die Grössenclasse für die Summe beider Sterne, und aus m_1, m_2 der einzelnen Sterne gefunden wird; es ist nämlich

$$\left(\tfrac{1}{4}\right)^{m} = \left(\tfrac{1}{4}\right)^{m_1} + \left(\tfrac{1}{4}\right)^{m_2}$$

Nach der Formel (6) ergeben sich folgende Umlaufszeiten für die verschiedenen Werthe a und m.

a	$m=2$	$m=3$	$m=4$	$m=5$	$m=6$	$m=7$	$m=8$
	Umlaufszeiten in Erdjahren.						
1″	5, 2	10, 5	21	42	84	167	334
2	14, 8	29, 5	59	118	236	472	944
4	41, 8	83, 5	167	334	668	1336	2672
6	76, 8	154	307	614	1228	2456	4912
8	118	236	472	945	1890	3780	7560
10	165	330	660	1321	2642	5285	10570
15	303	606	1213	2426	4852	9705	19410
20	467	934	1870	3738	7475	14950	29900
25	653	1306	2611	5222	10445	20890	41780
30	858	1716	3430	6862	13725	27450	54900
40	1321	2642	5284	10568	21136	42272	84544
50	1846	3692	7384	14768	29536	59072	118144
60	2427	4854	9708	19416	38832	77664	155328
80	3736	7472	14944	29888	59776	119552	239104
100	5222	10444	20888	41776	83552	167104	334208

Die Umlaufszeit steigt demnach bei grösseren Distanzen, welche man zur ungefähren Beurtheilung den Halbaxen a gleich nehmen kann, auf Jahrtausende, besonders bei kleinen Sternen, indem mit jeder Grössenstufe dieselbe sich verdoppelt. Bei einem Doppelstern der 7. Grösse mit einer Distanz von 20″ beträgt die Umlaufszeit 15000 Jahre, und der Stellungswinkel ändert sich in 100 Jahren nur etwa 2 Grade. Erst nach Jahrhunderten oder Jahrtausenden werden die Astronomen im Stande sein, den physischen Nexus solcher Sternpaare zu erkennen und die Bahnelemente zu bestimmen, vorausgesetzt, dass ihnen die Beobachtungen früherer Jahrhunderte zu Gebote stehen.

Wollte man die Plejadengruppe als ein solches System ansehen, so kann $m = 3$, und $a = 30$ bis 40 Minuten genommen werden, wodurch t über eine Million Jahre folgt. Noch viel grössere Umlaufszeiten erfordern z. B. die 3 Sterne im Adler; α und β Canis min. u. s. w., und doch geben uns diese ausserordentlichen Zahlen kein Recht, bei diesen Sterngruppen die Verbindung zu einem besonderen Systeme für unmöglich zu erklären. Wenn in solchen Systemen, bis sie altern, eben so zahlreiche Umläufe erfolgen, wie bei der Erde um die Sonne, beim Monde um die Erde u. s. w., so vermögen wir die Dauer solcher Systeme wohl durch Zahlen auszudrücken, kaum aber mehr hierüber eine klare Vorstellung zu fassen, die schon unserm Begriffe **ewig** sich nähert; und doch dürften wir durch diese Betrachtungen erst in den Vorhof des Universums eingedrungen sein.

Versuche mit Quecksilberkügelchen und unbewaffnetem Auge.

Ich habe noch mit Quecksilberkügelchen ähnliche Versuche in der Art gemacht, dass die künstlichen Sterne mit freiem Auge beobachtet wurden. Die Kügelchen waren auf demselben Hintergrunde, wie früher; wir stellten uns mit denselben im Freien so auf, dass wir die Sonne im Rücken hatten, und suchten durch allmähliche Entfernung die Lichtpunkte an die Grenze der Sichtbarkeit zu bringen. Wir machten die Versuche auf zweifache Art, indem bei der ersten die Lichtpunkte an die Grenze der Sichtbarkeit gebracht, bei der andern noch entschieden sichtbar waren. Bei ersterer nahmen auch zwei Studirende Theil.

Als Resultat ergaben sich folgende scheinbare Durchmesser.

Kügelchen Nr.	Die Lichtpunkte an der Grenze der Sichtbarkeit.				Die Punkte noch entschieden sichtbar.	
	Stampfer	Herr	Bär	Kloss	Stampfer	Herr
1	0″0610	0″0490	0″0508	0″0508	0″0720	0″0660
2	0, 0560	0, 0488	0, 0488	0, 0488	0, 0720	0, 0630
3	0, 0610	0, 0544	0, 0558	0, 0502	0, 0774	0, 0671
4	0, 0652	0, 0568	0, 0594	0, 0568	0, 0764	0, 0651
5	0, 0646	0, 0590	0, 0634	0, 0658	0, 0770	0, 0658
Mittel	0, 0616	0, 0536	0, 0544	0, 0556	0, 0750	0, 0654

Mittel aus allen 4 Beobachtern $\delta = 0'',0563$ als scheinbarer Durchmesser eines Fixsternes, welcher um die Mittagszeit hoch am Himmel für das freie Auge an der Grenze der Sichtbarkeit ist. Den scheinbaren Durchmesser eines Sternes erster Grösse fanden wir $= 0'',00491$, mithin der erstere Durchmesser 11,46mal und die Lichtstärke 134mal grösser als bei Sternen erster Grösse, und die entsprechende Grössenclasse wird $m = -4,3$.

Ich bemerke noch, dass ich und Dr. Herr als kurzsichtig unsere Brillen benützten; meine Brillen von 10 Zoll negativer Brennweite wurden in der letzten Zeit merklich zu schwach, wodurch sich der grössere Unterschied zwischen mir und den übrigen Beobachtern erklärt. Bei Nacht sind bekanntlich die Sterne 6. Grösse mit freiem Auge noch gerade sichtbar, indessen wird man wohl $m = 6{,}5$ für die äusserste Grenze nehmen können. Diese ist jedoch mit unsern Versuchen am Tage nicht unmittelbar vergleichbar wegen der sehr verschiedenen Öffnung der Pupille des Auges. Diese Öffnung lässt sich nicht genau bestimmen, sie hängt von der einfallenden Lichtmenge, von der Entfernung des Objectes und von subjectiver Disposition ab, und ist überdies unter gleichen äussern Umständen bei verschiedenen Individuen bedeutend verschieden. Durchschnittlich kann man etwa setzen, bei Tage im Freien, das Auge gegen den heitern Himmel gerichtet, Pupillen-Öffnung $= 1^1/_4$, bei der Nacht $3^1/_2$ Linien; die letztere habe ich jedoch bei jungen Leuten auch bis $4^1/_2$ Linien beobachtet.

Für $m = 6{,}5$ folgt die Helligkeit $H = 0{,}00620$; für die Pupillen-Öffnung $= 1{,}25$ Linien müsste die Helligkeit $\left(\frac{3{,}5}{1{,}25}\right)^2 = 7{,}84$mal grösser, oder $H = 0{,}04861$ sein. Die Helligkeit des Sternes bei Tage fanden wir $= 134$, mithin die letztere 2755mal grösser. Es wäre sonach, wenn es erlaubt ist, dieses Verhältniss auf den Himmelsgrund überzutragen, der Tageshimmel 2755mal heller als der Nachthimmel.

Soll ein Fixstern mit freiem Auge bei Tage entschieden sichtbar sein, so ist

$$\begin{array}{rl} \text{nach mir} \quad \delta = & 0'',0750 \\ \text{„ Dr. Herr „} = & 0\ ,0654 \\ \hline \text{Mittel} \quad \delta = & 0'',0702 \end{array}$$

und die Helligkeit eines solchen Sternes $= \left(\frac{0{,}07020}{0{,}00491}\right)^2 = 204.$

Bekanntlich kann die Venus um die Zeit ihres grössten Glanzes bei Tage gesehen werden. Setzen wir für diesen Fall ihre Helligkeit jener gleich, welche die von uns entschieden gesehenen künstlichen Sterne hatten, so folgt die Lichtstärke der Venus zur Zeit ihres grössten Glanzes $= 204$, wofür ich früher [1] auf einem ganz andern Wege, nämlich mittelst des scheinbaren Durchmessers der Venus, die Zahl 192 gefunden habe.

Zum Schlusse will ich noch das Verfahren angeben, welches ich angewendet habe, um den Durchmesser der Pupille am eigenen Auge, besonders bei der Nacht zu messen.

Bekanntlich erscheint dem Kurzsichtigen ein entfernter Lichtpunkt als ein heller Kreis, dessen Durchmesser von dem Durchmesser der Pupille auf dieselbe Art abhängt, wie in einem Fernrohre, dessen Ocular nicht eingestellt ist, der Lichtkreis von der Öffnung des Objectivs. Eine Spalte, deren Öffnung sich vergrössern und verkleinern lässt, wird vor das Auge gehalten, während dieses nach einem hellen Sterne oder einem entfernten Lichte sieht, und die Öffnung so regulirt, dass der gesehene lichte Kreis zu beiden Seiten tangirt wird. Die so erhaltene Spaltenöffnung ist dann zugleich die Öffnung der Pupille. Bei normalen oder weitsichtigen Augen ist eine entsprechende Convexlinse unmittelbar vor das Auge zu setzen. Eine solche Linse kann man immer vorsetzen, wenn der Lichtkreis ziemlich klein aber hell genug ist, der Versuch wird dann genauer. Die in voller Dunkelheit vorhandene Pupillenöffnung wird auch auf diese Art nicht erhalten, weil das geringe zum Versuche nöthige Licht dieselbe etwas verkleinert. Indessen dürfte der Unterschied

[1] Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe, Nov. 1851.

unbedeutend sein, wenn der Versuch in ganz dunkler Nacht mit einem entfernten Lichte gemacht wird, welches etwa die Helligkeit Jupiters hat. Eine 40 Klafter entfernte Strassen-Gaslampe gab uns schon eine sehr merklich kleinere Öffnung.

Um diesen Versuch bei Tage zu machen, ist es am besten, den Lichtpunkt durch reflectirtes Sonnenlicht herzustellen, was auf verschiedene Art geschehen kann, z. B. mittelst einer Convexlinse; mittelst eines Spiegels und vorgelegter Blendung, in welcher sich ein kleines Loch befindet, u. s. w. Auch jede sphärische Wölbung an einer Glasflasche kann hierzu dienen.

DIE ENTDECKUNG DES NATURSELBSTDRUCKES

ODER

DIE ERFINDUNG,

von ganzen Herbarien, Stoffen, Spitzen, Stickereien und überhaupt allen Originalien und Copien, wenn sie noch so zarte Erhabenheiten und Vertiefungen an sich haben, durch das Original selbst auf einfache und schnelle Weise Druckformen herzustellen, womit man sowohl weiss auf gefärbtem Grunde drucken und prägen, als auch mit den natürlichen Farben auf weissem Papiere Abdrücke, dem Originale identisch gleich, gewinnen kann, ohne dass man einer Zeichnung oder Gravure auf die bisher übliche Weise durch Menschenhände bedarf.

VON ALOIS AUER,

WIRKLICHEM MITGLIEDE DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

(TAFEL VIII—XIX.)

(GELESEN IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM VII. APRIL MDCCCLIII.)

Drei grosse Momente ragen in der Cultur-Geschichte der Völker in Bezug auf die Presse hervor — die Erfindung der Schrift — Gutenbergs künstliche Druckform — und die Entdeckung, wie die **Natur selbst** zum **Drucke** sich hingibt.

Frage: Wie erlangt man in einigen Secunden fast kostenfrei und täuschend ähnlich von jedem Original eine Druckplatte, ohne eines Zeichners oder Graveurs etc. zu bedürfen?

Lösung: Wenn das Original, sei es eine Pflanze, Blume oder ein Insect, Stoff oder Gewebe, kurz was immer für ein lebloser Gegenstand, zwischen eine Kupfer- und eine Bleiplatte gelegt, durch zwei fest zusammengeschraubte Walzen läuft.

Das Original lässt durch den Druck sein Bild mit allen ihm eigenen Zartheiten, gleichsam mit seiner ganzen Oberfläche auf der Bleiplatte zurück.

Trägt man auf diese geprägte Bleiplatte die Farben wie beim Druck eines Kupferstiches auf, so erhält man durch einen einmaligen Druck von einer Platte jedesmal die der Natur täuschend ähnliche Copie mit den verschiedensten Farben.

Bei einer grossen Menge von Abzügen, welche die Bleiform wegen ihrer Weichheit zu liefern ausser Stande ist, stereotypirt oder galvanisirt man dieselbe in beliebiger Anzahl, und druckt die stereotypirte oder die galvanoplastisch erzeugte Platte statt der Bleiplatte.

Bei einem Unicum, welches keinen Druck verträgt, überstreicht man das Original mit aufgelöster Guttapercha, und benützt nach vorher stattgefundenem Überzuge von Silberlösung die abgenommene Guttapercha-Form als Matrize zur galvanischen Vervielfältigung.

Schnellste Anfertigung, unübertreffliche Ähnlichkeit mit dem Originale, zahllose Menge und grösste Wohlfeilheit der erlangten Abdrücke sind die bezeichnendsten Eigenschaften dieses in der Wiener k. k. Hof- und Staatsdruckerei entdeckten Verfahrens.

Am 14. Juni 1849 ward in Anwesenheit mehrerer Mitglieder der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, und zwar des General-Secretärs, Regierungsrathes von Ettingshausen, Sectionsrathes Haidinger, Doctors Fenzl, Custos Heckel und des Gefertigten, eine Commissions-Sitzung über eine Eingabe zur Errichtung einer eigenen lithographischen Abtheilung für den Druck der bildlich darzustellenden wissenschaftlichen Gegenstände abgehalten.

Nach längerer Besprechung ward der gedachte Vorschlag abgelehnt und man vereinigte sich dahin, dass die Verfertigung derselben der k. k. Hof- und Staatsdruckerei fortan überlassen bleiben solle.

Bei dieser Gelegenheit sprach ich zum ersten Male den lange gehegten Gedanken aus, dass man in Zukunft, und wahrscheinlich in den meisten Fällen, die Zeichner bei Vervielfältigung von Gegenständen, die schon ein Mal in der Natur oder im Bereiche der Kunst, Wissenschaft und Gewerbe vorhanden sind, entbehrlich machen könne, wobei ich noch hervorhob, dass dann dem Originale nicht mehr so viel Abbruch geschehen werde als bisher.

Auf vorhergegangene Fragen, wie dies geschehen könne, besonders wenn die Bedingung eintreten würde, dass das Original, ein Unicum, nicht verletzt werden dürfe, ersuchte ich Herrn Custos Heckel um einige Versteinerungen, bei denen dem Zeichner der meiste Spielraum zur Entfernung vom Originale gegeben sei. Bereitwillig ward mir entsprochen. Ich übergab dieselben meinem Factor der Galvanoplastik, Andreas Worring, und in ein paar Wochen waren die galvanischen Druckplatten und genaue Abdrücke davon geliefert. Obwohl dieselben allseitig befriedigten, so verging doch wieder eine geraume Zeit, ohne dass dieses Verfahren ausschliessend angewendet wurde.

Einige Zeit darauf versuchte der Professor an dem k. k. polytechnischen Institute zu Wien, Dr. Leydolt, Achat-Ätzungen, um sie mittelst der galvanischen Vervielfältigung und des Druckes auf der Kupfer- und Buchdruckerpresse in beliebiger Menge darstellen zu können, deren Copirung durch die Mitwirkung der Staatsdruckerei so vollkommen gelang, dass für Laien und Fachmänner nichts zu wünschen übrig blieb.

Im Monate Mai 1852 erhielt ich durch Seine Excellenz den Herrn Minister des Handels, der Gewerbe, öffentlichen Bauten und der Finanzen, Ritter von Baumgartner, mehrere Muster gedruckter Spitzen zur Einsicht, die der österreichische Consul von London eingesendet hatte, mit dem Bedeuten, „dass man in England derlei Muster drucke und sie statt der wirklichen Spitzen versende, um diese Waare mit geringeren Kosten zur Anschauung zu bringen." — Man hatte dieselben als besonders gelungen bezeichnet. Ich hielt meine Ansicht zurück und bemerkte nur, dass die Copirung auf eine einfachere und weniger kostspielige Weise erzielt werden könne.

Nach einiger Zeit wurden mir dieselben Spitzenmuster von der nieder-österreichischen Handelskammer zugesendet, nachdem bereits die meisten Fabriks- und kaufmännischen Firmen ihren Beifall gezollt hatten. Nun konnte ich mich nicht enthalten, einige Bemerkungen dem mir zugesendeten Circulandum beizufügen [1].

Die Sache liess mich nicht ruhen. Einerseits beunruhigte mich der Gedanke, dass, nachdem der Wiener Staatsdruckerei bei der Londoner Welt-Ausstellung 1851 in der XVII. Classe die einzig verliehene grosse Raths-Medaille zuerkannt worden war, einem Londoner Spitzenmuster ein grösserer Beifall gezollt werde, als es verdient, andererseits hatte ich die sicherste Überzeugung, dass dieses und jedes derlei Muster auf eine natürlichere Weise nachgebildet werden könne, ja ich bezeichnete das dabei eingeschlagene Verfahren sogar als ein

[1]) Gesehen mit dem freundlichen Bemerken, dass bei dem Fortschritte und dem jetzigen Standpunkte der graphischen Künste, welche in der meiner Leitung anvertrauten Staatsdruckerei gepflegt werden, mir die vorliegenden Spitzenmuster als nichts wesentlich Neues vorkommen, sondern die Hervorbringung derselben auf mehrfache Weise und selbst auf billigere Art als durch die lithographische Presse thunlich erscheine. Bei dieser Gelegenheit kann ich den Wunsch nicht unterdrücken, dass alle vorstehenden Interessenten sich nähere Einsicht und Überzeugung von dem Höhepunkte der graphischen Darstellungen durch die veredelte Presse an hierortiger Stelle verschaffen möchten, da hier in Wien so viel Brauchbares für so manche andere Geschäftsgenossen zu finden sein dürfte. So weit es in meinen Kräften liegt, bin ich gern für vorkommende technische Anfragen zur Auskunft bereit.

verfehltes, von der Natur der Sache ganz abweichendes, durch künstliche Mittel hervorgerufenes, während die Copie durch das Original selbst ohne Mitwirkung eines Zeichners, Graveurs oder anderen Künstlers zu erlangen sei.

Ich besprach mich nun mit einigen meiner Factoren, und stellte ihnen die Aufgabe der Nachahmung durch Photographie, Chemitypie und Lithographie, dann auf galvanischem Wege mit Zuhülfenahme von Guttapercha u. s. w. Die Versuche brachten verschiedenartige Resultate, und jedenfalls ein so erfreuliches Ergebniss, dass ich nach meinem Vorhaben sicher auf die Erzeugung von unzähligen Copien vermittelst des Originals rechnen konnte, um so mehr, als Factor Worring noch den vortrefflichen Einfall hatte, statt Guttapercha weiches Blei zu verwenden. Ich ersuchte den Secretär der Wiener Handelskammer, Herrn Holdhaus, mir einige im Verkehre nicht vorhandene Spitzenmuster zukommen zu lassen, um den Verdacht einer etwaigen Vorbereitung fernzuhalten, und der Handelskammer sowohl bezüglich der Schnelligkeit in der Ausführung als auch der naturgetreuen Ähnlichkeit des Abdruckes mit dem Originale den unwiderlegbaren Beweis zu liefern.

Wir erhielten nun einige Muster auf diesem Wege und verfertigten die Abdrücke so schnell, dass sie am folgenden Tage als Musterblätter bei der Sitzung der Handelskammer zur Verwunderung der Mitglieder vorlagen, von welchen dieselben so ähnlich befunden wurden, dass sie für wirkliche Spitzen galten, bis man sich durch Berührung und nähere Untersuchung überzeugte, dass sie ein Werk der Buchdruckerpresse seien. Diese Thatsache verursachte ein solches Aufsehen unter den Industriellen, dass sie den Entschluss fassten, die Staatsverwaltung zu ersuchen, in der Staatsdruckerei diesem wichtigen Industriezweige, der natürlich zu viel weiterer, ja unabsehbarer Anwendung die Aussicht bietet, allen Vorschub zu leisten.

Bald darauf kam der Director der österreichischen geologischen Reichsanstalt, Sectionsrath Haidinger, zu mir ins Bureau; ich zeigte ihm die gedruckten Spitzenmuster und unterhielt mich mit ihm über den Hergang ihrer Erzeugung, sowie über die weitere Ausbeute dieses Gedankens. Er erwähnte der Wichtigkeit der Anwendung desselben Verfahrens auf Pflanzen, und schickte mir durch Dr. Constantin von Ettingshausen mehrere Muster, welche durch die Geschicklichkeit unseres Kupferdruckerfactors Prey und seiner Gehülfen einen wunderbar gelungenen Abdruck gaben.

Ich erhielt nun von mehreren Seiten verschiedene Pflanzen, um davon Abdrücke zu liefern, die, sowie die Spitzen, bezüglich der Ähnlichkeit mit dem Originale wetteiferten.

Nach mehreren vorgeschlagenen Bezeichnungen oder Namen für diese Entdeckung nannte ich sie den Original- oder Naturselbstdruck, und dehnte diese Benennung auch auf die früheren Abdrücke von fossilen Fischen und geätzten Achaten aus, die ich anfangs, wenn sie auf der Kupferdruckerpresse erzeugt worden waren, Mineralographie, bei Hochdruck auf der Buchdruckerpresse Mineralotypie genannt hatte, da die Herstellung auf ein und demselben Wege geschehen kann, und man zur Schonung eines Unicums sich eines Hülfsmittels, nämlich eines Überzuges von aufgelöster Guttapercha, bedient.

Sectionsrath Haidinger zeigte mehrere solcher Naturselbstdrucke bei der Naturforscher-Versammlung zu Wiesbaden vor, worauf die ausgezeichnetsten Sachkenner, besonders L. von Buch, diesem neuen Verfahren die vollste Anerkennung zollten.

Professor Leydolt übergab der Staatsdruckerei behufs weiterer Versuche eine Zusammenstellung der Familie der Eichenblätter zum Abdrucke und diese waren so täuschend ähnlich, dass sie für aufgeklebt gehalten wurden. Mehrere solcher Blätter in ausgeschnittener Form, natürlich auf beiden Seiten gedruckt, und zwar mit abwechselnder Farbe der Vorder- und Rückseite, das Gerippe genau auf einander passend, erkannten Fachkenner, sie in der Hand haltend und mit der Loupe betrachtend, nicht für gedruckt, sondern für wirkliche der Natur entnommene Blätter, und sie erstaunten, als ich ihnen lächelnd bemerkte: „Dies sind ja die künstlich erzeugten Abdrücke!"

Ritter von Perger, Professor an der kaiserlichen Akademie der bildenden Künste in Wien, der unsere Naturselbstdrucke ebenfalls gesehen, hielt bald darauf (im Februar 1853), unter Vorlage solcher Abdrücke, einen öffentlichen Vortrag vor den zoologisch-botanischen Vereinsgliedern, und setzte nicht nur die Mühe der bisherigen Herstellung von Herbarien auseinander, sondern beleuchtete noch mehr den Nutzen des neu entdeckten Verfahrens, indem er auf die Billigkeit und die allgemeine Nutzanwendung desselben hinwies.

Professor von Perger benützte diesen Gedanken weiter für ornamentale Zeichnung, und auf seine Veranlassung sandte mir der Director der kaiserl. Akademie der bildenden Künste, Herr Ruben, mehrere in Kranzform gewundene Pflanzengattungen, deren Copien zum Entzücken hinrissen.

Dem Botaniker, Ritter von Heufler, Ministerial-Secretär im kaiserl. österr. Unterrichts-Ministerium, welcher bei dem Perger'schen Vortrage den Vorsitz führte, gebührt das Verdienst, unsern Naturselbstdruck zuerst für die Publication der von ihm im Arpaschthale in Siebenbürgen 1850 gesammelten Kryptogamen angewendet zu haben, welche soeben aus der meiner Leitung anvertrauten Anstalt hervorgegangen.

Nach solchen Ergebnissen werden kostspielige Herbarien ihr Ende finden, und in Zukunft besser in Buchform auch dem minder bemittelten Fachmanne um einen billigen Preis zugänglich sein, und dies ist wohl der schönste Lohn unseres Strebens.

Auf mehrfaches Zureden hatte ich mich, der Priorität wegen, schon am 12. October 1852 entschlossen, ein kaiserl. österr. ausschliessendes Privilegium nachzusuchen, und wies den Factor Worring an, um dasselbe in seinem Namen einzuschreiten, weil die mir anvertraute Staatsanstalt als solche nicht ganz dazu berufen erschien. Ich bezahlte aus Eigenem die aufgelaufenen Kosten, um seinerzeit nicht nur die Möglichkeit der Freigebung vorzubereiten, sondern auch die Patentnahme in irgend einem Staate des Auslandes zu verhindern, und so dem Vaterlande nicht nur die Ehre der Entdeckung, sondern auch den Beweis der Uneigennützigkeit zu sichern.

Ich fühle mich überzeugt, dass seit Gutenbergs Erfindung in der Druckkunst keine wichtigere Entdeckung gemacht wurde, und dass unser Naturselbstdruck eine neue Aera in der Publication und bildlichen Darstellung von artistisch-wissenschaftlichen Gegenständen hervorrufen wird. Er steht wegen seiner Einfachheit höher als der Lichtdruck und die Galvanoplastik, denn nur ein geschickter Kupferdrucker mit seiner Presse ist zur Ausübung desselben nothwendig; will man aber eine sehr grosse Anzahl Exemplare liefern, so bedient man sich der galvanischen Platten-Vervielfältigung.

Russland hat Jakobi's Anwendung der Galvanoplastik im Jahre 1837 und Frankreich die Daguerreotypie im Jahre 1839 zur allgemeinen Benützung freigegeben; Österreich hat nun zu beiden Erfindungen ein würdiges Seitenstück geliefert!*)

---

*) Se. k. k. Apostolische Majestät haben mit Allerhöchstem Handschreiben vom 29. April 1853 in huldreicher Fürsorge für die fortschreitende Entwickelung der Kunst und Industrie allergnädigst zu befehlen geruht, dass die vom Director der Staatsdruckerei, Regierungsrath Alois Auer, in Gemeinschaft mit dem Factor Andreas Worring, gemachte und durch ein Privilegium geschützte Erfindung des Naturselbstdruckes, welche nach den Allerhöchstdenselben zugekommenen Auskünften sich eben so wichtig als gemeinnützig darstellt, zur allgemeinen Benützung frei gegeben werde.

Kupferdruck aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei zu Wien.

Buchdruck aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei zu Wien.

Kupferdruck aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei zu Wien.

Kupferdruck aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei zu Wien.

Buchdruck aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei zu Wien.

Kupferdruck aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei zu Wien.

Denkschriften der k. Akademie der Wissensch. mathem. naturw. Cl. V. Bd. 1853.

Kupferdruck aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei zu Wien.
Die verschiedenen Farben auf ein Mal gedruckt.

Kupferdruck aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei zu Wien.
Die verschiedenen Farben auf ein Mal gedruckt.

Kupferdruck aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei zu Wien.
Die verschiedenen Farben auf ein Mal gedruckt.

Kupferdruck aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei zu Wien.
Die verschiedenen Farben auf ein Mal gedruckt.

Kupferdruck aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei zu Wien.
Die verschiedenen Farben auf ein Mal gedruckt.

Kupferdruck aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei zu Wien.

Denkschriften der k. Akademie der Wissensch. mathem. naturw. Cl. V. Bd. 1853.

BERICHT ÜBER DIE IN DEN JAHREN 1847—1851

AUSGEFÜHRTE VERBINDUNG

DER ÖSTERREICHISCHEN UND RUSSISCHEN LANDESVERMESSUNG.

VON KARL VON LITTROW,
CORRESPONDIRENDEM MITGLIEDE DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

(TAFEL XX—XXII.)

(VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM XVI. DECEMBER MDCCCLII.)

Am 24. August 1847 wurde zu Tarnogrod zwischen Sr. Excellenz Herrn Generallieutenant von Tenner, Chef der Triangulation des Königreiches Polen, und Herrn Oberst Marieni, Triangulirungs-Director in dem unter der obersten Leitung Sr. Excellenz des Herrn Feldmarschall-Lieutenants von Skribaneck stehenden k. k. geographischen Militär-Institute zu Wien, für die geodätische Verbindung von Österreich mit Russland eine Convention abgeschlossen, deren 4. und 7. Artikel lautet wie folgt:

Article 4.

Résultats géodésiques et astronomiques pour les jonctions.

Pour les jonctions géodésiques seront fournis du côté russe et du côté autrichien les résultats suivants, pour être comparés ensemble:

a) Les angles observés, l'excès sphérique et les erreurs des observations des triangles, leurs angles sphériques et plans.

b) Les côtés des triangles en toises du Pérou à 13 degrés de Réaumur.

Les bases, qui servent aux calculs de ces triangles, sont réduites au niveau de la mer, par conséquent les chiffres, donnés réciproquement pour les côtés des triangles, peuvent être immédiatement comparés ensemble.

c) Les hauteurs au-dessus de la surface de la mer des points trigonométriques. Du côté russe ces déterminations se rapporteront à la mer Baltique, du côté autrichien à la mer Adriatique.

d) Les azimuts des côtés de triangles, calculés des points astronomiques les plus proches.

e) Outre ces résultats qui doivent être comparés ensemble, seront donnés encore, pour les compléter, les latitudes et longitudes géographiques des points trigonométriques, calculées des points astronomiques les plus proches. Pour ces calculs on adoptera préalablement d'après le traité de Walbeck (de forma

et magnitudine telluris, Aboae 1819) l'aplatissement de la Terre $=\frac{1}{302.78}$ et la longueur du quart de méridien = 5130878.4 toises à 13 degrés de Réaumur. Lorsque ces quantités seront mieux connues par les grandes mesures de degrés qui s'exécutent maintenant, on pourra refaire les calculs des latitudes des points trigonométriques.

Article 7.

Sur la comparaison des résultats géodésiques et astronomiques pour les jonctions.

a) Le lieutenant-général Tenner et le colonel Marieni ne se communiqueront pas mutuellement les résultats géodésiques et astronomiques pour les jonctions, indiqués dans l'article 4 de cette convention; chacun d'eux enverra les siens cachetés aux Directeurs des observatoires de Poulkova et de Vienne.

b) Chacun des Messieurs les Directeurs décachètera simultanément les résultats réciproques de jonctions, pour les comparer entre eux, et puis chacun communiquera de son côté au lieutenant-général Tenner et au colonel Marieni cette comparaison ainsi que son opinion sur l'accord de ces résultats.

c) Le lieutenant-général Tenner et le colonel Marieni feront les démarches nécessaires pour obtenir le consentement à cet arrangement des Messieurs les Directeurs des Observatoires de Poulkova et de Vienne.

In Folge dieser Übereinkunft gingen mir am 18. Juni 1851 die auf russischer, am 25. Juni die auf österreichischer Seite erhaltenen Resultate versiegelt zu. Nachdem ich beide Mittheilungen gleichzeitig eröffnet hatte, setzte ich sofort die beiden obengenannten Leiter dieser geodätischen Operationen von der überraschend schönen Übereinstimmung ihrer Arbeiten in Kenntniss. Se. Excellenz w. Staatsrath W. v. Struve konnte, von anderen dringenden Geschäften gehindert, sein Gutachten in Form eines umständlichen Berichtes an die k. Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg erst im März 1852 abgeben. Ihm war in dieser Angelegenheit bereits früher die schwierige Aufgabe geworden, die Wiener Klafter, wovon ihm im Jahre 1848 eine sorgfältig verificirte Copie durch Herrn Oberst Marieni zukam, mit der Einheit der grossen Meridianmessung in Russland zu vergleichen. Da das Verhältniss dieser Einheit, dem eisernen Etalon à bouts in Pulkowa (2 Toisen lang, von polirtem Stahl) zur Toise von Fortin und zum Saschen (à traits, 7 engl. Fuss lang), nach welcher Generallieutenant Tenner die Massstäbe für die Basen construiren liess, aus früheren sehr genauen Vergleichungen bekannt war, so handelte es sich nur um die erwähnte Vergleichung, um auch die Resultate beider Vermessungen in Bezug auf lineare Distanzen unter einander vergleichbar zu machen. Die Bestimmung des Verhältnisses der sechs verschiedenen Massstäbe, nämlich:

1. des 2 Toisen langen Etalon von Pulkowa;
2. des Stabes der indischen Gradmessung, 10 englische Fuss lang, à points, von Eisen;
3. des scientific tabular standard der Royal Astronomical Society, 5 Fuss lang, von Messing;
4. der Wiener Klafter;
5. der Liesganig'schen Toise, die auf dieser Klafter angegeben ist;
6. des Doppel-Saschen à points, 14 engl. Fuss lang, von Eisen, unter Kater construirt für den kais. russischen Generalstab,

erforderte wegen der ganz verschiedenen Einrichtung und Incommensurabilität der Längen die Erfindung neuer Comparatoren, besonderer Hilfsapparate, ja selbst neuer Methoden. Im Jahre 1850 sah Herr von Struve sich endlich in den Stand gesetzt an die Vergleichung zu gehen, die ihn vom Frühling bis zum Herbste in Anspruch nahm; erst 1851 konnte der wichtigste Theil gerechnet, und das Verhältniss des Pulkowaer Etalon zu dem indischen Stabe und der Wiener Klafter bestimmt werden. Das Ergebniss wurde mit allem Detail im April 1851 den Herren von Tenner und Marieni bekannt gegeben.

Was nun die Verbindungs-Triangulation betrifft, so dienen die hier beigegebenen Skizzen Nr. 1 und 2 von russischer, Nr. 3 von österreichischer Seite zur Übersicht der ganzen Operation. Der eigentlichen Vergleichung habe ich nachstehende Bemerkungen voranzuschicken:

Die beiderseitigen Vermessungen wurden, wie man aus den Skizzen sieht, doppelt verbunden: bei Krakau und bei Tarnogrod, in Gegenden, die in gerader Linie etwa 22 deutsche Meilen von einander abstehen.

Von russischer Seite kamen drei Basen in Rechnung: die erste bei Warschau von 2710.4848, die zweite bei Tarnogrod von 2522·0572, die dritte bei Czenstochowa von 2048.4375 Saschen Länge (bei 13° R.). Die letzte Basis ist zweimal gemessen; der Unterschied im Resultat betrug 0.00783 Saschen. Diese drei Basen gewähren eine vollkommene Verification für alle Dreiecksketten der Triangulation des Königreiches Polen; zwei derselben liegen ganz nahe an den beiden Verbindungsgegenden, die Tarnogroder Basis hängt durch bloss zwei Dreiecke mit der gemeinschaftlichen Seite Biszcza-Roszaniec und durch 53 Dreiecke mit der Warschauer Basis zusammen; die Basis bei Czenstochowa steht etwa 9 deutsche Meilen von der gemeinschaftlichen Station Oycow ab, so dass es auch hier nur einer kleinen Anzahl von Dreiecken zur Ableitung der nächsten gemeinschaftlichen Seite Oycow-Koniusza bedurfte, welche im 103. Dreiecke von der Warschauer Basis weggerechnet liegt; genauere Angaben hierüber sind aus den gemachten Mittheilungen nicht zu entnehmen.

Herr von Tenner bemerkt übrigens, dass da geodätische Entfernungen in Russland für + 14° R., im Auslande gewöhnlich für + 13° R. angegeben werden, dafür Sorge getragen wurde, dass um die Reductionen so klein als möglich zu machen bei der Messung der Basen die mittleren Temperaturen zwischen + 13° und + 14° R. fielen. Die mittleren Temperaturen betrugen so: bei der Warschauer Basis + 13°.8634, bei der Tarnogroder + 13°.6659 und bei der Czenstochower für die erste Messung + 13°.6484, für die zweite + 13°.7058 R. — Die Azimute bei Tarnogrod und Krakau sind, jene von dem der Verbindungsgegend ganz nahen trigonometrischen Hauptpunkte Przymiarki, diese von Warschau abgeleitet. Das aus Warschau vermittelst der Dreiecke nach Przymiarki übertragene Azimut ist um 10″.18 kleiner, als das daselbst beobachtete. Das zu Warschau beobachtete Azimut ist mittelst 45 Winkel auf die in Polen und mittelst 47 Winkel auf die in Galizien liegenden Vereinigungspunkte übertragen. Die Polhöhen bei Tarnogrod und Krakau sind, jene aus Przymiarki, diese aus Warschau abgeleitet. Die aus Warschau folgende Polhöhe von Przymiarki ist um 2″.37 grösser als die daselbst beobachtete. Alle Längen beruhen auf Warschau, das chronometrisch mit Pulkowa verbunden. — Die Meereshöhen gehen von der Ostsee bei Polangen in Kurland aus, das in gerader Linie von der Verbindungsgegend etwa 85 deutsche Meilen entfernt ist. Nach der Linie, welche die Dreiecke aber in der That durchlaufen, ist Szyszkow, der weiteste russische Punkt in der östlichen Verbindung, gegen 169 deutsche Meilen und Krakau 183 deutsche Meilen von Polangen entfernt, jenes der 124. dieses der 128. Punkt der Hauptdreiecksreihe, welche vom baltischen Meere bei Polangen an durch die Gouvernements Kowno, Wilna und Grodno bis Warschau und von hier aus in mehreren Zweigen bis zu den beiden Verbindungsgegenden sich erstreckt.

Von österreichischer Seite wurde, nachdem man sich überzeugt hatte, dass die bisher in Galizien bestandene Katastral-Triangulirung zwar dem Zwecke, für den sie unternommen war, genügte, aber doch nicht die hier wünschenswerthe Vollkommenheit besitze, bei Partyn nördlich von Tarnow und nahe in der Mitte zwischen Tarnogrod und Krakau eine neue Basis gemessen, und von derselben unmittelbar eine Kette von 26 Dreiecken (16 gegen Tarnogrod und 10 gegen Krakau) geführt, welche später mit den schon vor längerer Zeit gemessenen Basen von Wiener Neustadt, von St. Anna bei Arad in Ungarn und von Radautz in der Bukowina zu verbinden sein werden. Die Messung der neuen Basis bei Partyn wurde im September 1849 zweimal vorgenommen und zwar mit einem Apparate des k. k. geographischen Militär-Institutes, der bereits zur Basismessung bei St. Anna und Radautz gedient hatte, und dessen Stäbe im Frühjahre 1850 mit der Originalklafter des polytechnischen Institutes zu Wien von Neuem verglichen sind. Überdies

wurde die Ausdehnung der Stäbe durch Temperatur sorgfältig untersucht, und die neuen Ausdehnungs-Coëfficienten den im Jahre 1810 bestimmten nahezu gleich gefunden. So ergab sich die Länge der neuen Basis

Wiener Klafter bei + 13° R.

aus der ersten Messung	3149.1948849
„ „ zweiten „	3149.1981902
Unterschied	0.0033053

Zur Verwandlung der Wiener Klafter in Toisen wurde nach den von Staatsrath Struve in Pulkowa angestellten, oben erwähnten Vergleichungen dem Logarithmus der Wiener Klafter der constante Logarithmus 9.98812698 hinzugefügt. — Die geographischen Längen und Breiten sind von der Position der Krakauer Sternwarte abgeleitet, wie sie der Director dieser Anstalt Herr M. Weisse im Jahre 1839 veröffentlicht hat („Resultate der an der Krakauer Sternwarte gemachten meteorologischen und astronomischen Beobachtungen"). Die Azimute gründen sich auf die von Herrn Director Weisse festgestellte Voraussetzung, dass die Mire des Meridiankreises der Krakauer Sternwarte streng richtig orientirt ist. Der günstige Zufall, dass unter den österreichischen Stationen sich eine stabile Sternwarte befand, konnte zur Abkürzung des eigentlich geodätischen diesseitigen Verfahrens unbedenklich auf diese Weise benutzt werden, da der Hauptzweck der ganzen Operation: Vereinigung der russischen Vermessungen mit den westlich und südlich gelegenen Triangulationen dadurch nicht unmittelbar berührt wurde. — Die Höhen der trigonometrischen Punkte sind vom adriatischen Meere abgeleitet, zu welchem Behufe von den drei Ausgangspunkten Fiume, St. Vito und Veglia eine doppelte Dreieckskette zuerst nach drei Richtungen geführt wurde, über Wien, das bereits früher [1]) von Fiume, Triest und Aquileja aus mit dem adriatischen Meere verbunden war, nach Ofen in beiläufig 120 deutschen Meilen mit 100 Dreiecken, dann über Esseg nach Ofen in etwa 110 deutschen Meilen mit 70 Dreiecken, endlich direct von Fiume nach Ofen in beiläufig 70 deutschen Meilen mit 48 Dreiecken. Die Höhe von Krakau und der übrigen Verbindungs-Stationen wurde hierauf durch eine doppelte Dreieckskette von der Ofner Sternwarte aus auf einem Wege von etwa 50 geographischen Meilen in 40 Dreiecken abgeleitet. Im Mittel stehen die Ausgangspunkte an der See etwa 60 deutsche Meilen von Ofen, und dieses von Krakau beiläufig 39 deutsche Meilen in gerader Linie ab.

Wir können nun an die Zusammenstellung der beiderseitigen Resultate gehen, und bemerken nur noch, dass im Folgenden von jeder Doppelzeile die erste immer die russische Date enthält. Ich werde übrigens hier absichtlich jene Standpunkte festhalten, welche mich bei der Beurtheilung leiteten, weil ich glaube, dass nur so jedem der beiden Berichte sein besonderes Interesse gewahrt wird.

I. Gemeinschaftliche Winkel.

1. Bei Tarnogrod.

Dreieck: Szyszkow-Biszcza-Roszaniec.

Scheitel.	Beob. sphär. Winkel.			Differ. R—O.
Szyszkow.....48°	36′	46″.28		
		45 .63		+ 0″.65
Biszcza.......93	27	30 .54		
		30 .98		— 0 .44
Roszaniec.....37	55	43 .97		
		44 .16		— 0 .19
		Mittel		+ 0″.007

[1]) Annalen der Wiener Sternwarte, XXI. Band.

2. Bei Krakau.

Dreieck: Wanda-Oycow-Koniusza.

Oycow	35°	33′	32″.57 31 .94	+ 0″.63
Koniusza	50	49	24 .48 25 .26	— 0 .78

Dreieck: Krakau-Oycow-Sieborowice.

Oycow	42°	49′	14″.29 13 .70	+ 0″.59
Sieborowice . . .	75	21	46 .28 46 .18	+ 0 .10

Dreieck: Oycow-Sieborowice-Krakus.

Oycow	46°	38′	6″.36 6 .21	+ 0″.15
Sieborowice	81	23	25 .18 25 .25	— 0 .07
			Mittel	+ 0″.103
			Allgemeine mittlere Discordanz . .	+ 0 .071.

Die Übereinstimmung ist, wie man sieht, vortrefflich, und nirgends gibt sich eine constante Differenz kund. Die zu befürchtende Nicht-Übereinstimmung beträgt nur 0″.321, der wahrscheinliche Fehler eines einzelnen Winkels ± 0″.227, endlich der mittlere Fehler einer einzelnen Winkelmessung ± 0″.337 unter Voraussetzung gleicher beiderseitiger Präcision.

Über die reducirten Winkel, deren Übereinstimmung eben so befriedigend ist, unterlasse ich es, hier das Detail zu geben, da ich eines besonderen Umstandes wegen eben nur die Struve'schen Zahlen wiederholen könnte. Von österreichischer Seite nämlich waren nebst den beobachteten sphärischen Winkeln die „verbesserten Chorden-Winkel," von russischer nebst den beobachteten und zur Summe 180° + Excess verbesserten sphärischen Winkeln die „ebenen Winkel" nach Légendre's Theorem mitgetheilt. Herr von Struve brachte desshalb und um auch unter den reducirten Winkeln etwas Vergleichbares zu finden, da die Excesse beiderseitig angegeben waren, die von Herrn von Marieni angegebenen sphärischen beobachteten Winkel auf die zur Summe 180° + Excess corrigirten sphärischen, auch von Herrn von Tenner gegebenen Winkel, und fand so den wahrscheinlichen Fehler eines einzelnen corrigirten Winkels = ± 0″.215.

II. Gemeinschaftliche Seiten.

1. Bei Tarnogrod.

Seite.	Länge.	Differ. R—O.
Biszcza-Roszaniec	7624 .4816 T. .432	+ 0 .050 T.
Bukowina-Roszaniec	4427 .0040 6 .977	+ 0 .027
Szyszkow-Roszaniec . . .	10143 .9652 .910	+ 0 .055
Biszcza-Szyszkow [1]	6246.6878 .660	+ 0 .028

[1]) Die Seite Biszcza-Szyszkow ist zufällig beiderseitig gemessen, und war in der Convention nicht als gemeinschaftlich vorgesehen. Desshalb hatte ich dieselbe ursprünglich ausser Acht gelassen, nehme aber keinen Anstand dieselbe jetzt, wie auch Herr von Struve gethan, mit aufzuführen, da sie allerdings ganz in gleicher Weise wie die übrigen gefunden wurde.

2. Bei Krakau.

	T.	T.		T.	T.
Oycow-Koniusza	14954 .7962 .897	— 0 .101	Krakau-Oycow	9146 .5645 .582	— 0 .017
Oycow-Wanda	11616 .1529 .253	— 0 .100	Oycow-Sieborowice	8332 .5706 .590	— 0 .019
Koniusza-Wanda	8714 .2001 .252	— 0 .052	Krakus-Oycow	10458 .6459 .664	— 0 .018
Krakau-Sieborowice	6425 .5068 .497	+ 0 .010	Krakus-Sieborowice	7690 .0455 .060	— 0 .014

Schon der erste Blick lehrt, dass auch hier eine ausserordentlich schöne Übereinstimmung stattfindet. Eine strenge Schätzung der erreichten Genauigkeit ist nicht gut vorzunehmen, vor allem desshalb, weil man die Anzahl sämmtlicher von den Basen zu den Verbindungsseiten geführten Dreiecke nur von österreichischer Seite kennt; setzt man indessen voraus, dass von der Basis bei Czenstochowa bis zur nächsten Verbindungsseite bei Krakau zehn Dreiecke existirten, da in der That Czenstochowa von Krakau beiläufig ebenso weit absteht als Krakau von Partyn, für welche Entfernung 10 Dreiecke bestanden, so hätte man von der österreichischen Basis bei Partyn bis zur russischen Basis bei Czenstochowa 20, während von der österreichischen Basis bis zur russischen bei Tarnogrod 18 Dreiecke gemessen waren. Nimmt man Kürze halber alle Dreiecke gleichseitig an, und lässt man den in I gefundenen mittleren Fehler einer einzelnen Winkelmessung gelten — sämmtlich der zu gewinnenden Beurtheilung hier nichts weniger als günstige Annahmen — so findet man die mittlere zu befürchtende Discordanz der Anstoss-Seiten bei Tarnogrod gleich 25, bei Krakau gleich 26 Einheiten der siebenten Decimale des Logarithmus. Die logarithmischen Differenzen obiger Doppelwerthe der Communseiten in solchen Einheiten aber sind nach der Reihe

1. Bei Tarnogrod.

+ 29
+ 27
+ 24
+ 20

2. Bei Krakau.

— 29	— 8
— 38	— 10
— 26	— 8
+ 7	— 8

Unter den 12 Fällen wird also der zulässige Unterschied nur viermal und davon nur einmal bedeutender überschritten; von den acht übrigen Fällen bleiben 5 tief unter den zu erwartenden Differenzen.

Um diesen wichtigen Theil der Operation noch von einer anderen Seite zu beleuchten, wollen wir obige Differenzen R—O auf die Einheit der zugehörigen Distanzen bringen. Man findet so der Reihe nach:

1. Bei Tarnogrod.

	+ 0.00000656
	+ 610
	+ 542
	+ 448
Mittel . .	+ 0.00000564

Zu befürchtende Nicht-Übereinstimmung . . . . 0.00000384.
Wahrscheinlicher Fehler einer einzelnen Messung ± 0.00000272.

2. Bei Krakau.

—	0.00000675
—	861
—	597
+	156
—	186
—	228
—	172
—	182
Mittel . . —	0.00000343

Zu befürchtende Nicht-Übereinstimmung 0.00000313.
Wahrscheinlicher Fehler einer Messung $\pm$ 0.00000222.

Allerdings gibt sich durch die Beständigkeit der entgegengesetzten Zeichen in jeder der zwei Verbindungen eine, wenn gleich an sich sehr geringfügige so doch constante Fehlerquelle kund. Die gefundenen Discordanzen sind jedoch überhaupt ungemein klein, und gestatten unzweifelhaft das Zusammenfassen sämmtlicher Zahlen in ein Mittel, wodurch sich im Allgemeinen ergibt:

Mittlere Discordanz R—O. . . . — 0.00000041.
Zu befürchtende Nicht-Übereinstimmung 0.00000339.
Wahrscheinlicher Fehler einer Messung $\pm$ 0.00000239.

Diese wahrhaft bewunderungswürdige Genauigkeit lässt sich bei solcher Form der Zahlen wieder einigermassen dadurch beurtheilen, dass, wie man aus den Vorbemerkungen weiss, von russischer sowohl als österreichischer Seite eine Basis doppelt gemessen wurde. Wir hatten:

1. Russische Basis bei Czenstochowa.

Länge im Mittel 2048.4375 Saschen.

Unterschied der beiden Messungen 0.00783 S. oder 0.00000382 des Ganzen, somit wahrscheinlicher Fehler einer einfachen Messung $\pm$ 0.00000129.

2. Österreichische Basis bei Partyn.

Länge im Mittel 3149.1965 Wiener Klafter.

Unterschied der beiden Messungen 0.0033053 oder 0.00000105 des Ganzen, somit wahrscheinlicher Fehler einer einfachen Messung $\pm$ 0.00000035.

Daraus folgt, dass bei vorausgesetzter strenger Richtigkeit der Winkel also nur vermöge der Unsicherheit der Basen in jeder Anstoss-Seite eine Nicht-Übereinstimmung von 0.00000134, d. h. schon ein Drittheil derjenigen Discordanz zu erwarten steht, welche wir oben aus der Erfahrung als zu befürchtend ableiteten oder mit anderen Worten: die wiederholte Messung einer und derselben Länge von österreichischer und russischer Seite auf dem complicirten Wege geodätischer Verbindungen wird im Allgemeinen keine grösseren Unterschiede ergeben, als die zweimalige unmittelbare Messung einer Basis ungeachtet aller dabei angewendeten Sorgfalt, z. B. bei Czenstochowa, ergeben hat.

Für Österreich hat dieser Theil der Verbindungs-Triangulation noch eine besondere Bedeutung. Die, wie wir gesehen haben, ganz ausgezeichnete Übereinstimmung in den gemeinschaftlichen Seiten beruht auf dem oben mitgetheilten, Herrn Oberst Marieni von Herrn von Struve zugekommenen Verwandlungs-Logarithmus 9.98812698 von Wiener Klafter und Toise. Herr von Struve fand nämlich die legale

Wiener Klafter = 840.699396 $\pm$ 0.000516 Pariser Linien der Toise du Pérou,

wobei zu bemerken kommt, dass diese Zahlen nicht die eigentlich definitiven, für die Herr von Struve noch einige wenige ergänzende Vergleichungen nachträglich anstellen wollte, aber bereits so genau sind, dass sie zu dem hier verfolgten Zwecke mit völliger Sicherheit angewendet werden können. Es ergibt sich damit die legale

Wiener Klafter = 0.9730317 Toises du Pérou.

Bisher hatte man für dieses Verhältniss einen Werth angenommen, welchen Herr Professor S. Stampfer vor längerer Zeit in den Jahrbüchern des Wiener polytechnischen Institutes, Band XX (Wien 1839), pag. 154, aus damals hierzu eben vorliegenden Materialien ableitete, nämlich:

Wiener Klafter = 1.8966657 Mètres, oder Wiener Klafter = 0.9731299 Toisen.

Zwischen beiden Bestimmungen findet somit ein Unterschied von nicht weniger als 0.0000982 Toisen oder beiläufig 0.085 Pariser Linien Statt. Obschon nun für das letztere Verhältniss der Wiener Klafter zum Mètre aus den Daten, die demselben zu Grunde lagen, Professor Stampfer eine Unsicherheit von nur 0.0000037 folgerte, so wäre es doch möglich, dass diese Daten zu solchem Schlusse nicht wohl berechtigten, vielleicht weil sie nicht durchaus Ergebnisse unmittelbarer Vergleichungen der fraglichen Maasse waren, oder weil sie überhaupt sehr verschiedenes Gewicht haben mochten, vor allem aber weil die französischen Maasse, mit welchen die Vergleichungen bisher in Österreich vorgenommen wurden, nicht völlig und über allen Zweifel verificirt zu sein scheinen (l. c. p. 175). Obiges Verhältniss wurde denn auch von Professor Stampfer (a. a. O. p. 175) eigentlich doch nur als provisorisch hingestellt. Die eben in Bezug auf die zu Wien gebrauchten französischen Maasse geäusserte Vermuthung wird so zu sagen zur vollen Gewissheit dadurch, dass Herr von Struve die nach diesen Maassen zu Wien auf dem überschickten Etalon der Wiener Klafter aufgetragene Toise an sich und unabhängig von dem Werthe der Wiener Klafter nahe um 0.086 Pariser Linien zu kurz fand, was mit dem oben angegebenen Unterschiede der beiden Verhältnisse beinahe völlig übereinstimmt. Die für diese Zwecke in Pulkowa angestellten Vergleichungen aber sind, von der berühmten Meisterhand die diese Arbeiten führte gar nicht zu reden, an längst erprobten und mannigfaltig controlirten Massstäben vorgenommen. Die hier besprochene seltene Übereinstimmung der Vermessungs-Resultate hat eine glänzende Bestätigung geliefert, nicht bloss für diese schwierigen, weil an ungleichartigen Stäben zu bewerkstelligenden Vergleichungen in Pulkowa, sondern auch für die von Herrn Professor Stampfer im Jahre 1848 gemachten Messungen, durch welche das Verhältniss des nach Pulkowa geschickten Etalon der Wiener Klafter zu dem hiesigen Grundmaasse festgestellt wurde.

Die allgemeine Entscheidung zu Gunsten des neuen Verhältnisses muss bis zur Veröffentlichung sowohl der Struve'schen Vergleichungen, der ich hier nicht weiter vorgreifen darf, als der von Professor Stampfer gemachten Messungen, deren ausführliche Mittheilung überhaupt wir bisher noch zu erwarten haben, verschoben werden.

III. Gemeinschaftliche Höhen.

Signal.	Höhe.	Differ. R—O.
1. Bei Tarnogrod.		
Biszcza	117 .95 T.	
	6 .725	+ 1 .22 T.
Bukowina	132 .72	
	1 .476	+ 1 .24
Roszaniec	139 .26	
	8 .170	+ 1 .09
Szyszkow	120 .27	
	19 .206	+ 1 .06
	Mittel	+ 1 .15

2. Bei Krakau.

	T.	T.
Koniusza	177 .27 5 .438	+ 1 .83
Oycow	253 .69 2 .044	+ 1 .65
Sieborowice	173 .67 1 .964	+ 1 .71
Krakus	142 .56 0 .914	+ 1 .65
Krakau	119 .36 7 .601	+ 1 .76
Wanda	126 .60 4 .820	+ 1 .78
	Mittel	+ 1 .73

Auch hier lässt die gefundene Übereinstimmung nichts zu wünschen übrig, wenn man bedenkt, dass die russischen Höhenmessungen von Polangen an der Ostsee, die österreichischen vom adriatischen Meere bei Fiume ausgehen, somit jene in gerader Linie eine Entfernung von 85, diese von 100 deutschen Meilen durchlaufen mussten um in die Verbindungsgegend zu gelangen, von den grossen, wie wir gesehen haben nahe das Doppelte jener Entfernungen betragenden Umwegen des wirklichen Nivellements nicht zu sprechen. Die mittlere Differenz in der Verbindung bei Tarnogrod weicht zwar von der bei Krakau gefundenen um 0.58 T. ab, und die Übereinstimmung der einzelnen Zahlen in jeder der beiden Verbindungen deutet auf eine constante Fehlerquelle hin, allein wer die Schwierigkeit solcher Operationen kennt und weiss wie leicht ein kleiner Unterschied z. B. schon aus einer verschiedenen Art zu pointiren entspringen kann, wird gewiss auch hier das Zusammenfassen sämmtlicher Zahlen in die

allgemeine mittlere Differenz + 1.49 T.

vollkommen zulässig finden.

Glücklicherweise wird eine, wenngleich der Sicherheit der hier zu prüfenden Operationen nicht ganz entsprechende so doch an sich erwünschte Controle durch den Umstand geboten, dass die eine der oben genannten Stationen durch vieljährige und genau verglichene Beobachtungen barometrisch in ihrer Seehöhe bestimmt ist. Herr Director M. Weisse hat nämlich aus eilfjährigen Beobachtungen (1826—1836) für die Krakauer Sternwarte den mittleren Stand seines Pistor'schen Barometers zu 329.380 Pariser Linien für 0° R. Quecksilber- und + 7°.39 R. Lufttemperatur gefunden, und daraus durch Combination mit den Encke'schen Daten [1]) für die Ostsee (336″.137 bei 0° R. Quecksilber- und + 7°.29 Lufttemperatur) die Seehöhe des Nullpunktes seines Barometers zu 106.25 T. abgeleitet. Auf Veranstaltung des Herrn General-lieutenant von Tenner wurden im Jahre 1846 von H. Prazmowsky, Adjunct der Warschauer Sternwarte, zwei ausgezeichnete Brücker'sche Reisebarometer zuerst von Warschau nach Pulkowa, dann wieder nach Warschau, hierauf von Warschau nach Krakau und zurück transportirt, und so ungemein verlässliche Vergleichungen des Krakauer Barometers mit dem streng verificirten Paulsen'schen Normal-Instrumente zu Pulkowa gewonnen, indem die Rückkunft nach Warschau und Vergleichung mit dem dortigen Barometer stets die Überzeugung verschaffte, dass an den Reisebarometern sich nichts geändert hatte. Man fand so: Correction des Pistor'schen Barometers zu Krakau = — 0.44 Pariser Linien oder in unserem Falle

Correction der damit bestimmten Seehöhen = + 5.67 Toisen.

Wir haben somit die corrigirte barometrisch bestimmte Höhe des Nullpunktes am Pistor'schen Barometer der Krakauer Sternwarte = 111.92 T. über dem baltischen Meere. Dieser Nullpunkt liegt 6.95 T.

[1]) Berl. Astr. Jahrb. für 1839.

unter der Signalspitze Krakau, deren Höhe wir oben angaben; die trigonometrisch abgeleitete Seehöhe dieses Nullpunktes beträgt also

nach der russischen Messung 112.41 T. über dem baltischen Meere,
„ „ österreich. „ 110.65 „ „ „ adriatischen „

Die barometrische Bestimmung fällt somit zwischen beide trigonometrische Bestimmungen, so nahe diese einander auch liegen, und weicht von dem Mittel derselben (111.53 T.) nur um 0.39 T. ab. Eine weniger gute Übereinstimmung würde man erzielen, wenn man den von Herrn Oberst Marieni handschriftlich mitgetheilten mittleren Stand des Krakauer Barometers: 27″.4276 bei 0° R. Quecksilber- und + 6°.584 Lufttemperatur und die daraus folgende corrigirte Seehöhe 113.54 T. des Nullpunktes zu Grunde legen wollte, welche nach Herrn v. Marieni von Herrn Director Weisse aus zweiundzwanzigjährigen Beobachtungen abgeleitet sein sollen. Aber auch hier würde sich der Unterschied auf nur 2.01 T. in gleichem Sinne wie oben erheben, und wäre das Schwanken dieses Unterschiedes eben nur ein Beweis mehr, dass selbst so sorgfältig angestellte und umsichtig benützte barometrische Bestimmungen wie die hier besprochenen höchstens zu allgemeiner Prüfung genauer trigonometrischer Arbeiten dienen können.

Das Ausgehen der beiden Vermessungen von den Küsten zweier verschiedenen Meere legt die Frage nach dem Niveau-Unterschiede der See in verschiedenen Örtlichkeiten nahe, eine Frage, die mit ähnlicher Sicherheit wie hier zu beantworten bisher nur in sehr wenigen Fällen gelang. Die Kleinheit der gefundenen Differenzen berechtigt um so mehr zu der durch bekannte ähnliche Ergebnisse in anderen Gegenden von vorneherein wahrscheinlichen Annahme, dass die Ostsee und das adriatische Meer gleich hohen Spiegel haben, als bei der russischen Triangulation allein schon der mittlere Fehler einer Höhenmessung zu 1.4 T. angegeben wird, also obiger mittleren Differenz nahe gleich kommt, und als Herrn von Tenner's Zahlen diesmal beiläufig um eben so viel grösser sind gegen die österreichischen Resultate, als sie kleiner waren gegen die Struve'schen bei der Verbindungstriangulation zwischen den Ostseeprovinzen und Litthauen [1]). Staatsrath von Struve bemerkt übrigens in dieser Beziehung, dass ein anderer Zweig des Tenner'schen Nivellements bereits das schwarze Meer nördlich von der Donaumündung erreicht, und einen Unterschied von nur 0.53 T. (baltisches Meer höher als schwarzes) gezeigt habe, eine neben den unvermeidlichen Fehlern der Messung wieder ganz verschwindende Grösse. Schwedische Geometer seien gegenwärtig beschäftigt, das Nivellement zwischen dem bothnischen und dem Eismeere zu beendigen durch Benützung von Stationen der schwedisch-norwegischen Meridianmessung zwischen Torneå und Fuglenaes in der Höhe des Nordkaps, wodurch den früheren Vergleichungen noch das Niveau des offenen Oceans beigefügt würde.

IV. Gemeinschaftliche Azimute.

Seite	Azimut	Diff. R—O.
	1. Bei Tarnogrod.	
Biszcza-Roszaniec	139° 56′ 38″.18	
	34 .11	+ 4″.07
Bukowina-Roszaniec	120 23 25 .40	
	20 .45	+ 4 .95
Szyszkow-Roszaniec	102 0 54 .32	
	50 .20	+ 4 .12
	Mittel	+ 4 .38

[1]) Astron. Nachr. Band X.

2. Bei Krakau.

Oycow-Wanda	309°	20′	10″.84	+0″.87
			9 .97	
Koniusza-Wanda...	223	8	30 .13	+1 .13
			29 .00	
Krakau-Sieborowice	29	51	49 .82	—1 .10
			50 .92	
Krakau-Oycow	327	52	43 .80	—0 .79
			44 .59	
Krakus-Oycow	331	41	35 .80	—1 .43
			37 .23	
Krakus-Sieborowice	23	50	10 .98	—1 .51
			12 .49	
			Mittel	—0 .47

Es sind demnach die von russischer Seite bestimmten Azimute im Mittel bei Tarnogrod um 4″.38 grösser, bei Krakau um 0″.47 kleiner als die auf österreichischer Seite gefundenen. In der diesseitigen Operation handelt es sich hier, nach den diese Zusammenstellung einleitenden Bemerkungen, um Messung von Horizontalwinkeln und um deren Übertragung von Krakau nach Tarnogrod, also um in Nr. I bereits unmittelbar geprüfte Punkte; die Gleichförmigkeit der Differenzen in jeder der beiden Verbindungen stimmt mit den oben in jener Beziehung gefundenen Resultaten vollkommen überein. In der jenseitigen Operation hingegen gehen die Azimute in den beiden Verbindungen von verschiedenen Fundamentalpunkten: bei Tarnogrod von Przymiarki, bei Krakau von Warschau aus, und eine Übertragung des Azimutes von einem der beiden Fundamentalpunkte zum anderen zeigt eine Abweichung von 10″.18. Die oben gefundene constante Differenz darf daher nicht überraschen. Weiteres Gewicht glaubte ich unter solchen Umständen auf diesen Theil der gemeinsamen Operationen nicht legen zu dürfen.

V. Gemeinschaftliche Polhöhen.

Station	Polhöhe			Diff. R—O.
	1. Bei Tarnogrod.			
Biszcza...........	50°	25′	53″.81	—0″.24
			54 .05	
Bukowina	50	22	7 .03	— 0 .25
			7 .28	
Roszaniec.........	50	19	45 .91	— 0 .25
			46 .16	
Szyszkow	50	21	57 .99	— 0 .24
			58 .23	
	2. Bei Krakau.			
Koniusza..........	50°	10′	56″.41	+ 2″.07
			54 .34	
Oycow	50	12	1 .13	+ 2 .07
		11	59 .06	
Sieborowice	50	9	43 .80	+ 2 .07
			41 .73	
Krakus	50	2	19 .90	+ 2 .08
			17 .82	
Krakau	50	3	52 .13	+ 2 .08
			50 .05	
Wanda	50	4	15 .65	
			13 .58	+ 2 .07

Aus den Vorbemerkungen zu dieser Zusammenstellung erinnert man sich, dass die Polhöhen in der österreichischen Vermessung alle von der Weisse'schen Breitenbestimmung der Krakauer Sternwarte, in der russischen Triangulation bei Tarnogrod von dem trigonometrischen Hauptpunkte Przymiarki, bei Krakau von der Warschauer Sternwarte ausgehen. Die aus Warschau nach den Dreiecken berechnete Polhöhe von Przymiarki ist um 2″.37 grösser als die daselbst unmittelbar bestimmte. Berücksichtigt man diesen Unterschied, so werden obige Differenzen R—O bei Tarnogrod nach der Reihe

+2″.13
+2″.12
+2″.12
+2″.13,

stimmen also vortrefflich mit den bei Krakau gefundenen. Als Mittel sämmtlicher Differenzen ergibt sich +2″.09. Die aus Warschau auf trigonometrischem Wege abgeleitete Polhöhe des Krakauer Meridiankreises (nicht wie oben des Signals) ist nach Herrn von Tenner = 50° 3′ 52″.09, während Director Weisse dafür fand 50° 3′ 50″.00, oder der Unterschied beider Bestimmungen +2″.09 genau wie oben die mittlere Differenz.

VI. Gemeinschaftliche geographische Längen.

Station	Geogr. Länge östlich von Paris	Diff. R—O.
1. Bei Tarnogrod.		
Biszcza	20° 18′ 9″.03	
	17 .05	— 8″.02
Bukowina	20 19 57 .01	
	20 5 .01	— 8 .00
Roszaniec	20 26 13 .71	
	21 .71	— 8 .00
Szyszkow	20 9 55 .03	
	10 3 .04	— 8 .01
2. Bei Krakau.		
Koniusza	17° 53′ 35″.57	
	43 .99	— 8″.42
Oycow	17 29 9 .31	
	17 .73	— 8 .42
Sieborowice	17 42 19 .62	
	28 .03	— 8 .41
Krakus	17 37 15 .16	
	23 .57	— 8 .41
Krakau	17 37 6 .01	
	14 .42	— 8 .41
Wanda	17 43 50 .06	
	58 .49	— 8 .43

Die Beständigkeit der Differenzen, deren mittlerer Werth — 8″.25 beträgt, lässt wieder nichts zu wünschen übrig. Die Differenzen selbst aber erklären sich durch den Unterschied in der angenommenen

geographischen Länge der beiden Ausgangspunkte: Warschauer Sternwarte in der russischen und Krakauer Sternwarte in der österreichischen Vermessung. Durch trigonometrische Übertragung ergibt sich nach Hr. v. Tenner die geographische Länge des Krakauer Meridiankreises aus Warschau = 17° 37′ 6″.40 während Director Weisse dafür fand 17° 37′ 14″.85; der Unterschied — 8″.45 entspricht genau den oben bei Krakau gefundenen Differenzen. Die Länge der Krakauer Sternwarte beruht auf beobachteten Finsternissen, Sternbedeckungen und Mondculminationen, die der Warschauer Sternwarte auf den grossen seit einigen Jahren in Russland ausgeführten chronometrischen Expeditionen, die in ihren definitiven Resultaten die Länge der Warschauer Sternwarte = $1^h 14^m 45^s.68$, d. h. um $0^s.02$ oder 0″.30 weniger ergaben, als Herr von Tenner dafür angenommen hatte. Um eben so viel wären also auch obige Differenzen eigentlich durchaus zu vermehren.

Nachdem wir so sämmtliche Vergleichungspunkte der beiderseitigen Operationen kennen gelernt, bliebe uns noch ein Prüfstein anzulegen: das Zusammenhalten mit ähnlichen an anderen Orten ausgeführten trigonometrischen Anschlüssen. In der That hat dieser Prüfstein mein Urtheil sehr feststellen geholfen; es würde jedoch zu weit führen, wenn ich die dem Sachverständigen ohnehin bekannten Beispiele solcher Verbindungs-Triangulationen in der zur Vergleichung nöthigen Vollständigkeit aufführen wollte. Es genüge in dieser Beziehung die Erklärung, dass mir kein anderer Anschluss bekannt, bei dem man mit Rücksicht auf die Ausdehnung der hier erörterten Arbeiten im Ganzen gleich schöne Resultate erzielt hätte.

Schliesslich sei mir gestattet, zum Theile aus dem höchst interessanten Berichte Sr. Exc. des Herrn Staatsrathes von Struve, zum Theile aus Mittheilungen, die ich der Güte des Herrn Oberst Marieni verdanke, so wie aus anderen später anzuführenden Quellen hier einige Momente hervorzuheben, welche die Wichtigkeit und Bedeutung der eben besprochenen trigonometrischen Operationen ersichtlich machen, und auch sonst auf manchen oben berührten Punkt klares Licht werfen.

Statt der von Gauss und Bessel eingeführten Controle geodätischer Vermessungen durch Diagonalen hat man in Russland das Princip adoptirt, möglichst viele Grundlinien in das Netz zu vertheilen, die, verbunden mit den Azimut- und Breitenbestimmungen, zugleich zu strenger Verification des ganzen Verfahrens und zur Ausgleichung der Winkel dienen, indem man sämmtliche Basen genau darzustellen sucht. Von 1816 bis 1851 wurden so in den russischen Operationen ersten Ranges 26 Grundlinien gemessen. Azimut und Breite wurden auf 68 Hauptstationen genau bestimmt. Diesen Controlen sind beizufügen die verschiedenen Chronometer-Expeditionen, welche mehrere geodätische Hauptpunkte in Länge mit Pulkowa verbanden, und so wie die beobachteten Breiten die geographischen Positionen wenigstens zum Theil unabhängig machten von unserer Kenntniss der Gestalt und Grösse der Erde, eine Kenntniss, welche übrigens einen bedeutenden Fortschritt zu erwarten hat durch die nächstens bevorstehende Beendigung der grossen Meridiangradmessung zwischen Donau und Eismeer, welche über mehr als 20° unter Struve's und Tenner's Leitung ausgeführt, eben auf mehr als 25° durch norwegische und schwedische Gelehrte bis in die Gegend des Nordkap fortgesetzt wird [1]).

Die erwähnten 26 Basen wurden mit 6 verschiedenen Apparaten gemessen, welche durch Struve in Pulkowa oder Dorpat etalonirt alle unter sich vergleichbar sind, ungeachtet völlig verschiedener Construction. Die primitive Einheit für alle Vergleichungen war die Toise von Fortin, welche von Arago der Toise

---

[1]) Exposé historique des travaux pour la mesure de l'arc du méridien entre Fuglenaes et Ismaïl, par W. Struve. St. Pétersbourg 1852.

du Pérou vollkommen gleich gefunden wurde; da das Verhältniss dieser Fortin'schen Toise zum Etalon N von Pulkowa in den Jahren 1827 und 1828

$$N = 1728.01249 \mp 0.00071 \text{ Linien}$$

der Fortin'schen Toise gefunden wurde, so bleibt die letztere in den Vergleichungen später ganz weg, indem sie durch den Etalon N ersetzt wird, der durch die gehärteten und polirten Stahl-Enden den grossen Vortheil hat, keinen solchen Veränderungen unterworfen zu sein, wie die Enden von weichem Eisen der Fortin'schen Toise. Die Berechnung der Länge der Stäbe von 2 Saschen, welche auf 4 Basis-Apparaten angebracht und in englischen Fussen auszudrücken waren, wurde mittelst des Verhältnisses bewerkstelligt, das Capt. Kater gegeben hat: 1 engl. Fuss = 135.114 franz. Linien, und das durch die Vergleichung des Pulkowenser Etalons mit dem indischen Stabe von 10 engl. Fuss bestätigt wurde. Die beiden anderen Basis-Apparate waren mit Toisen versehen.

Um eine strenge und unabhängige Prüfung des angenommenen Verhältnisses der verschiedenen von Tenner gebrauchten Stäbe zum Etalon von Pulkowa (damals noch in Dorpat) zu erhalten, wurden im Jahre 1828 bei der Vereinigung zweier Meridianbogen, des einen von $4\frac{1}{2}°$ in Litthauen durch Tenner, des anderen von $3\frac{1}{2}°$ in den baltischen Provinzen durch Struve 5 Seiten gemeinschaftlich bestimmt, und die beiderseitigen Resultate ohne gegenseitige Mittheilung den damals zu Commissären ernannten Herren Generallieutenant von Schubert und Geheimrath Bessel bekannt gegeben. Es zeigte sich in allen Beziehungen eine völlig genügende Übereinstimmung [1].

Im Jahre 1832 brachte Generallieutenant v. Tenner die erste Verbindung der geodätischen Operationen in Russland mit denen des westlichen Europa zu Stande durch einen in der Gegend von Memel bewerkstelligten Anschluss an die unter Bessel und Baeyer in Preussen ausgeführte Triangulation. Da die preussischen Distanzen sich auf eine Copie der Toise du Pérou bezogen, die unmittelbar von Paris nach Königsberg gekommen und mit der russischen Toise von Fortin nicht verglichen war, so bewies die ausgezeichnete Übereinstimmung der gemeinschaftlichen Seiten sowohl die Richtigkeit des angenommenen Verhältnisses zwischen den Massstäben von Tenner und der Toise du Pérou als die Genauigkeit der beiden Vermessungen.

Eine Abtheilung der geodätischen Operationen in Russland hat eine Verbindung mit den schwedischen hergestellt. Diese unter der Leitung Sr. Exc. des Generallieutenants v. Schubert von Struve's früherem Mitarbeiter Wrangell durchgeführte Arbeit geht von, der Capitale nahe liegenden Stationen aus, streicht längs den Küsten des finnischen Meerbusens hin, überschreitet die Alands-Inseln, und endigt in einer vielfachen Verbindung mit der schwedischen Vermessung in der Nähe von Stockholm. Da die schwedischen Dreiecke mit den von Schumacher gemessenen dänischen, somit auch mit den von Gauss gemessenen hannovranischen Dreiecken zusammenhängen, so ist auf diese Weise eine zweite Anknüpfung der russischen an die westeuropäischen Triangulationen zu Stande gebracht, und überdies alles Nöthige zur Bestimmung eines Bogens von 12° 16′ zwischen Pulkowa und Stockholm des Parallels von 60° geliefert. Die Differenz der Längen für die Endpunkte dieses Bogens ist bereits mit besonderer Genauigkeit aus der baltischen Chronometer-Expedition bekannt, die 1833 unter Schubert ausgeführt wurde. Ja dieser Bogen wird leicht auf 20° verlängert werden können, sobald die schwedischen Dreiecke weit genug fortgesetzt sind um die Verbindung mit dem südlichen Norwegen herzustellen, da die Sternwarten von Christiania, Stockholm und Pulkowa beinahe gleiche Polhöhen haben, und auch für den Bogen zwischen Pulkowa und Christiania kann die Längendifferenz als aus einer Combination der Chronometer-Expeditionen unter Struve, Schubert, Schumacher und Hansteen gegeben, angesehen werden.

---

[1] Astron. Nachr. Band X.

Die russischen Dreiecke erstrecken sich längs der westlichen Grenze des Reiches von Memel noch 160 d. M. weit bis zur Donau unter 45° Breite. Durch die Operation von Tarnogrod und Krakau kommen die russischen Vermessungen zum ersten Male mit denen von Central- und Süd-Europa auf dem Parallel von 50° in Berührung.

Der Hauptvortheil solcher Anschlüsse liegt nicht in der gegenseitigen Controle und der Übereinstimmung der beiderseitigen Karten für die limitrophen Gegenden, sondern in den trefflichen Materialien, die sie für die genauere Kenntniss der Gestalt unseres Planeten liefern. Diese Rücksicht bewog z. B. zu der Vereinigung von französischen, piemontesischen und österreichischen Ingenieuren, welche auf Vorschlag des unsterblichen Laplace zu Stande kam, um den Werth des mittleren Parallelbogens von 15°.5 zwischen Marennes (nördlich der Girondemündung) und Fiume zu bestimmen. Nach der eben ausgeführten Verbindung zwischen der österreichischen und russischen Vermessung hindert Nichts diesem Parallelbogen eine bei weitem grössere Ausdehnung zu geben. Die russischen Dreiecke gehen von Tarnogrod im Sinne des Parallels bis Jekaterinoslaw. General Wrontschenko, Chef der Operationen im südlichen Russland, wird wahrscheinlich noch im Jahre 1852 Nowo-Tscherkask erreichen, das nur 1° 55′ nördlicher, aber 41° 12′ östlicher liegt als Marennes. In wenigen Jahren werden die russischen Vermessungen Astrakhan berühren, das um 59′ in Breite, hingegen 49° 41′ in Länge von Marennes differirt. Noch vortheilhafter als die Tarnogroder Verbindung für die Verlängerung des Parallels von 45° wäre übrigens ein Anschluss in Galizien, gegenüber von Kamenetz-Podolsk oder durch Siebenbürgen und die Moldau gegenüber von Kischeneff.

Die grosse Schwierigkeit, welche Bogen von so ausserordentlicher Ausdehnung in der Bestimmung der geographischen Länge der Endpunkte sonst darbieten, ist hier bereits gehoben. Durch die chronometrischen Expeditionen, welche seit zehn Jahren von der Sternwarte zu Pulkowa in Verbindung mit dem kais. russ. Generalstabe ausgeführt worden, gibt es bereits eine Verbindung zwischen Greenwich und Nowo-Tscherkask, bei welcher man 0″.3 verbürgen kann. Es bleibt demnach nur noch Marennes mit Greenwich zu verbinden.

In Grossbritannien hat Airy in der Breite von 51° 40′ einen Parallelbogen von 10° 40′ zwischen Feagh-Maine auf der Insel Valentia und Greenwich gemessen. Warschau liegt nur 17′ nördlicher als Feagh-Maine und ist in Länge mit Pulkowa im Jahre 1845 genau verbunden. Die Längendifferenz der Endpunkte ist also gegeben und beträgt 31° 22′ 37″.4 mit einem wahrscheinlichen Fehler von nur 1″.4, d. h. einer Genauigkeit, welche man in der geodätischen Operation kaum überschreiten wird. Die geodätische Verbindung ist durch die Anschlüsse bei Tarnogrod und Memel eigentlich auch schon hergestellt, und wird nur allenfalls durch directere Dreiecke auf der Grenze von Polen und Preussen zu controliren sein. Dieser bereits gemessene Bogen des Parallels 52° endigt aber keineswegs in Warschau; denn in zwei oder drei Jahren werden die russischen Dreiecke bis Saratoff reichen, das unter 51° 32′ Breite und 25° 2′ östlich von Warschau liegt. Der Totalbogen zwischen Feagh-Maine und Saratoff wird also 56° 25′ umfassen, und in geographischer Länge, da man die Meridiandifferenz zwischen Feagh-Maine und Moskau $= 47° \; 57' \; 2''.2 \mp 1''.4$ bereits auf chronometrischem Wege kennt, nur der Unterschied zwischen Moskau und Saratoff zu bestimmen übrig sein, was keine Schwierigkeit hat, da Moskau bereits mit Kasan chronometrisch verbunden ist, dessen Entfernung von Saratoff nur die Hälfte der Entfernung zwischen Moskau und Saratoff beträgt, und auf den Dampfschiffen der Wolga zurückgelegt werden kann.

Kasan ist gegenwärtig der östlichste Punkt der chronometrischen Operationen ersten Ranges im Innern von Russland, Warschau der westlichste. Die Längendifferenz dieser beiden Städte beträgt 28°. Diese Operationen werden aber in gleicher Genauigkeit 12° weiter bis Jekaterinenburg jenseits des Ural

geführt werden, um damit einen Fundamentalpunkt für die Aufnahme der dortigen Minen und der geographischen Arbeiten in Sibirien zu gewinnen.

Man sieht aus diesem Auszuge der Mittheilungen des Herrn Staatsrathes v. Struve, dass die russischen Vermessungen, nachdem sie hinsichtlich ihrer Genauigkeit mit den berühmtesten Operationen dieser Art von jeher gleichen Schritt gehalten, an Grossartigkeit und wissenschaftlicher Bedeutung alle ähnlichen Arbeiten anderer Staaten in kurzer Zeit weit übertreffen werden. Die ausserordentlichen Schwierigkeiten, welche in diesem „unermesslichen" Reiche zu überwinden waren, haben einer erleuchteten, wo es so wichtige Resultate zu gewinnen galt, kein Opfer scheuenden Regierung eben nur dazu gedient, durch trefflich gewählte Koryphäen des Faches dem Lande um so glänzenderen und dauernderen Ruhm zu verschaffen. Unserem Vaterlande aber muss man dazu Glück wünschen, dass es ihm durch die Munificenz seiner erhabenen Monarchen und die vom schönsten Erfolge gekrönten Bemühungen seiner längst und allgemein als ausgezeichnet anerkannten Militär-Geodäten vorbehalten blieb eines der ersten Glieder in die grosse Kette von Operationen zu fügen, durch welche es in nun nicht mehr ferner Zukunft gelingen wird, wenigstens innerhalb Europa's Grenzen die Gestalt unseres Planeten übersichtlich zu erkennen. Zur Erreichung dieses Zieles aber sind auch von österreichischer Seite schon höchst bedeutende Grundlagen vorbereitet.

Das Dreiecknetz, welches im Jahre 1822 für die Messung eines Bogens des mittleren Parallels in Piemont [1]) diente, bezieht sich [2]) gegen West auf zwei Grundlinien, die eine in den Landes bei Bordeaux von Oberst Brousseaud, die andere bei Gourbera, unweit Dax von Oberst Coraboeuf gemessen, gegen Ost auf die von den Astronomen der Brera zu Mailánd am Ticino gemessene Basis. Reducirt man die letztere auf das Niveau des Meeres, so findet man mit den französischen Rechnungsmethoden für ihre Länge 5130.3570 Toisen oder 9999.254 Mètres [3]). Dieselbe Grundlinie, abgeleitet aus der oben erwähnten bei Bordeaux, ergibt sich zu 9999.455 M., aus der bei Gourbera zu 9999.286 Mètres, eine gewiss ebenfalls ausserordentlich schöne Übereinstimmung.

Die Schweiz verband zur Prüfung ihrer in den Jahren 1832—1835 ausgeführten und sich auf zwei Basen bei Zürich und Aarberg stützenden geodätischen Vermessungen [4]) dieselben gegen Westen mit der französischen, gegen Osten mit der deutsch-österreichischen Triangulation in Tirol, und gegen Süden mit jener des lombardischen Königreiches. Die Verbindung mit Tirol konnte damals noch keinen Erfolg haben, da das Dreiecknetz dieses Landes nur eben zum Zwecke der Vereinigung einiger isolirter topographischer Pläne provisorisch bestand. Um diesem Mangel abzuhelfen haben die k. k. Ingenieur-Geographen Auftrag erhalten, die Vermessung von Tirol wieder aufzunehmen, was im verflossenen Jahre geschah. Im künftigen Jahre hofft man dann nicht nur die Verbindung mit der Schweiz, sondern auch überdies im Norden von Tirol mit Baiern zu bewerkstelligen, wozu die Einleitungen bei den betreffenden Regierungen schon getroffen sind. — In der Verbindung der Lombardie mit der Schweiz [5]) zeigte sich wieder eine sehr befriedigende Übereinstimmung. Die beiden gemeinschaftlichen Seiten ergaben sich wie folgt:

	Schweiz. Verm.	Österr. Triang.	Diff. S—O.
Pizzo Menone — Pizzo Forno	44572.12 M.	44571.78 M.	+0.34 M.
Pizzo Menone — Monte Legnone	21124.54 „	21124.23 „	+0.31 „

[1]) Opérations géodésiques et astronomiques pour la mesure d'un arc du parallèle moyen exécutée en Piemont et en Savoie. Milan 1827.

[2]) Mesure d'un arc du parallèle moyen entre le pôle et l'équateur par Mr. le colonel Brousseaud. Limoge 1839.

[3]) Effemeridi di Milano pel 1843.

[4]) J. Eschmann, Ergebnisse der trigonometrischen Vermessung in der Schweiz. Zürich 1840.

[5]) Annalen der Wiener Sternwarte, XXXIII. Band, 1. Heft.

Die gemeinschaftlichen Höhen beziehen sich von österreichischer Seite auf das adriatische, von schweizerischer auf das atlantische Meer, nämlich auf die auch von französischen Geodäten bestimmte Höhe des Mont Chasseral (1609.57 M.) über dem atlantischen Ocean, und zeigen folgende wieder ganz unbedeutende Unterschiede:

	Absolute Höhe.		
	Schweiz. Verm.	Österr. Triang.	Diff. S—O.
Monte Legnone	2611.68 M.	2610.9 M.	+ 0.8 M.
Pizzo Menone	2247.32 „	2246.6 „	+ 0.7 „
Pizzo Forno	2907.43 „	2908.7 „	— 1.3 „

Mittelst der österreichischen Operationen in Italien [1]) und eines über Rimini gehenden Netzes wurde die Basis am Ticino mit jener des Volturno verbunden, welche vom verstorbenen General Visconti durch eine Berge'sche Kette gemessen war. Diese Grundlinie wurde zuerst zu 6705.19 neapolitanischer Passi angenommen, durch eine spätere Vergleichung der erwähnten Kette aber mit einem Troughton'schen aus London bezogenen Grundmaasse fand sich dafür 6703.554 Passi. Der neapolitanische Passo ist der tausendste Theil der Minute des mittleren Meridiangrades der Erde, unter der Voraussetzung, dass der Meridianquadrant 10000724 Mètres enthalte. Es ist somit der neapolitanische Passo gleich 1.8519859 Mètres, daher die besagte Basis am Volturno von neapolitanischer Seite zu 12414.89 M. anzunehmen. Dieselbe Grundlinie wurde durch die österreichische Vermessung, wieder hinreichend übereinstimmend zu 12416.42 Mètres gefunden, unter Annahme des Werthes 9999.254 Mètres für die Basis am Ticino.

Die Höhenbestimmungen gingen hier für die österreichische Triangulation vom mittelländischen Meere bei Fiumicino und bei der Mündung des Ombrone, für die neapolitanische von Neapel aus, und ergaben

	Absolute Höhe.		
	Neap. Verm.	Österr. Triang.	Diff. N—O.
Pizzo di Sevo	2419.71 M.	2420.08 M.	— 0.37 M.
Monte Petrella	1531.72 „	1533.24 „	— 1.52 „
Monte Terminillo	2213.77 „	2215.93 „	— 2.16 „

Die letzte Messung gründet sich in der diesseitigen Operation nur auf eine einfache Zenithdistanz.

Bei den österreichischen Vermessungen im Kirchenstaate und in Toscana beziehen sich die Höhenangaben auf das mittelländische Meer bei Fiumicino, bei der Mündung des Ombrone und bei Livorno. In der Gegend von Rimini stösst diese Triangulation auf sechs Punkte, deren Höhe schon früher durch französische Geodäten vom adriatischen Meere aus bestimmt worden. Von diesen sechs Punkten geben, bei einer Entfernung der beiderseitigen Ausgangsstationen von etwa 30 d. M., drei das mittelländische Meer im Durchschnitte 0.57 M. höher, und drei 0.40 M. tiefer als das adriatische, eine Übereinstimmung, die wieder nichts zu wünschen übrig lässt, und aus der zugleich folgt, dass auch diese beiden Meere sich im selben Niveau befinden.

---

[1]) Annalen der Wiener Sternwarte. XXXIII. Band, 3. Heft, und F. Fergola, Relazioni delle operazioni geodetiche nel Regno di Napoli.

Combinirt man dieses Resultat mit den oben erwähnten ähnlichen Ergebnissen für die Ostsee, das schwarze und adriatische Meer, so wie mit den aus französischen und deutschen Vermessungen folgenden Daten über die Höhe des atlantischen, des mittelländischen Meeres und der Nordsee [1], so gelangt man zu dem interessanten Schlusse, dass alle unseren Welttheil umspülenden, zusammenhängenden Meere nahe gleich hohen mittleren Spiegel haben, eine Thatsache, an deren allgemeinem Bestehen auf der ganzen Erdoberfläche nach bekannten neueren Erfahrungen über das rothe Meer, den stillen Ocean u. a. nun kaum mehr zu zweifeln ist.

Dieser kurze Abriss genüge zu zeigen, wie mächtig der grosse hier verfolgte Zweck: die Triangulationen der verschiedenen Staaten Europa's zu einem Ganzen zu verschmelzen, durch die eben besprochene Verbindung der russischen mit den österreichischen Vermessungen gefördert wurde, indem wir nun hoffen dürfen, in kurzer Zeit diesen Welttheil wenigstens nach zwei diametralen Richtungen: vom atlantischen Ocean bis zum kaspischen See, vom mittelländischen bis zum Eismeere gleichsam mit einem einzigen, weil überall völlig ausgeglichenen Dreiecknetze überzogen zu sehen.

---

[1] Bulletins de l'Académie R. des Sciences de Bruxelles 11. Oct. 1851.

Aus d. k.k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Erklärung.

——— *Russische Hauptdreiecke mit ihren Nummern.*

-------- *Oestreichische Hauptdreiecke.*

═══ *Verbindungs-Dreiecke.*

Góry
Sign. = 11,70 T.

P o l e n

103

104

Koniusza
Sign. = 11,99 Toisen

Oycow
Pyr. = 7,80 Tois

Sieborowice
Pyr. = 6,90 Tois

106.

105.

107.

Wanda
Pyr. = 3,84 T.

Weichsel Fl.

Krakau
Pyr. auf d. Dache der Sternwarte = 6,95 Tois.

Krakus
Pyr. = 3,53 Tois

Kawki

Wloszczyce

G a l i z i e n

Kodoi (Lysina)

8 russische Werste auf 1 englischen Zoll.

8 7 6 5 4 3 2 1 0 8 16 24

Aus der k.k. Hof- und Staatsdruckerei.

Ogców
Koniusza
Sieborowice
Krakauer Sternwarte
Wanda
Krakus
Kawki
Landskorona
Lyśina
Włoszczyce
Kretówka
Kobelnica
St. Anna
Wal
Borzęczyn
Odporyszow
Releryt
Piasky
Krol
Pawezow
Wierzchosławice
Tarnow
St. Martin
Zassow
Kamieniec
Niwiska
Wielopolska
Komorow
Krolewska
Kamien
Malawa
Hussow
Grodizko
Czyrce
Smyuwka
Szyszkow
Biszcza
Bukowina
Gurky
Roszaniec

1 Wiener Zoll = 6000 Klafter.

Erklärung. *Die doppelt gezogenen Linien sind die zur Vergleichung dienenden Dreieckseiten.*

Aus d. k. k. Hof- und Staatsdruckerei.

Zweite Abtheilung.

Abhandlungen von Nicht-Mitgliedern.

Mit 13 Tafeln.

ÜBER DOPPELTE BRECHUNG

UND DAVON

ABHÄNGIGE POLARISATION DES LICHTES IM MENSCHLICHEN AUGE.

VON KARL STELLWAG VON CARION,

Dr. DER MEDICIN UND CHIRURGIE.

(Tafel I — III.)

(VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM XXVIII. NOVEMBER MDCCCLI.)

Es gibt gewisse Verhältnisse, unter denen derselbe Gegenstand mit Einem Auge doppelt oder mehrfach gesehen wird, eine Erscheinung, die schon seit langer Zeit bekannt ist, und mit dem Namen „*Diplopia* und ***Polyopia monocularis***, ***Monodiplopia***, ***Monopolyopia***, Doppelt- und Mehrfachsehen mit Einem Auge" bezeichnet wird.

Leider konnte dieses so sonderbare Phänomen bei den überaus mangelhaften physikalischen Kenntnissen der Augenärzte älterer Schule wenig oder gar kein Interesse erwecken, und dieses um so mehr, als die auf diesem Mangel beruhende Unzulänglichkeit der in Gebrauch stehenden Untersuchungsmethoden es unmöglich machte, sich von der Häufigkeit des Übels zu überzeugen.

Prevost hat der Erste die allenthalben als Krankheit geschilderte ***Diplopia monocularis*** wissenschaftlich bearbeitet. Später erschienen Bearbeitungen von Steifensand (Gräfe's und Walther's Journal, 23. Band) von Szokalski (in einer eigenen Dissertation und in der Prager Vierteljahrschrift 14. Band) von Decondé (Cuniers Annales d'oculistique, 9. Band), nicht zu gedenken der in der letzten Zeitschrift enthaltenen Discussionen und kleineren Abhandlungen von Heyfelder, Dugniolle, Fallot, Szokalski, Cunier, Guepin etc. In wie weit durch diese Aufsätze die Kenntniss des fraglichen Gegenstandes gefördert wurde, lässt sich erst später erörtern, nachdem nämlich die Erscheinungen bei der mehrfachen Wahrnehmung Eines Gesichtsobjectes möglichst erschöpfend vorgeführt worden sind. —

Die Wahrnehmung eines oder mehrerer falscher Bilder neben dem wahren ist Sache subjectiver Empfindung, Erfahrungen, welche an fremden Personen gemacht werden, müssen daher um so mangelhafter bleiben, je weniger geübt das der Untersuchung unterworfene Individuum im Experimentiren

ist, je unvollkommener seine Mittheilungsgabe ist, und je weniger dasselbe Wiederholungen der nicht selten sehr anstrengenden Versuche ertragen will und kann. Ich glaube demnach am zweckdienlichsten zu verfahren, wenn ich die an mir selbst gemachten und unzähligemale wiederholten Experimente detaillirt vorausschicke, und nach Mittheilung der von mir und von Andern an fremden Personen gemachten Beobachtungen das Übereinstimmende und Widersprechende in sämmtlichen Angaben hervorhebe, um so eine Reihe von Thatsachen zu gewinnen, auf deren Combination als auf einer stabilen Grundlage der Versuch einer wissenschaftlichen Erklärung und deren Begründung gebaut werden kann.

I. Eigene Erfahrungen.

Ich habe alle Ursache mich eines vortrefflichen Accommodationsvermögens in beiden Augen zu rühmen, nur bemerke ich, dass seit zwei Jahren, nach jedweder Anstrengung der Augen am Mikroskope, durch mehrere Stunden Kurzsichtigkeit beider Augen vorhanden sei, ein Zustand, der jedoch stets wieder verschwindet, wenn das angestrengte Auge durch Ruhe sich erholt. Diese vorübergehende Kurzsichtigkeit ist stets mit Diplopie, und nach besonders intensiven mikroskopischen Arbeiten mit Triplopie des linken, bei dem Mikroskopiren nicht verwendeten, Auges vergesellschaftet. Ich verabsäume seit einem Jahre nun keine Gelegenheit, den Erscheinungen und Ursachen des Doppelt- und Mehrfachsehens nachzuspüren, und die nachfolgenden Blätter sollen es herausstellen, in wie weit mir es gelungen ist, diesen Zweck zu realisiren.

Als Gesichtsobject benütze ich halbe Quartblätter weissen Papieres, auf deren jedem vier $1^1/_2''$ lange und $1'''$ breite Streifen von schwarzer, rother, grüner, gelber, blauer oder violetter Farbe in Richtungen verzeichnet sind, wie sie Fig. I zeigt. Die Papierblätter werden bei jedem Versuche so befestigt, dass das Licht von der Seite her auf das Object und das diplopische Auge fällt, und ich mich beliebig in einer geraden Richtung dem Objecte nähern und mich von demselben entfernen kann, wobei jeder Zeit die Distanz des Auges von dem Papierblatte mittelst eines Zollstabes gemessen wird.

Das Phänomen des Doppelt- und Dreifachsehens tritt, wie gesagt, nur ein, wenn ich meine Augen durch mikroskopische Arbeiten angestrengt, und dadurch vorübergehend kurzsichtig gemacht habe. Die falschen Bilder sind dann um so schärfer und deutlicher, sie sondern sich bei geringen Distanzen des Objectes desto leichter von dem wahren Bilde, und treten um so mehr von letzterem ab, je grösser und anhaltender die Anstrengung des Auges war. Mit der Abnahme der Myopie werden auch die falschen Bilder minder deutlich, lichtschwächer, sie treten schwerer und nur bei verhältnissmässig grösseren Entfernungen der Objecte aus einander, und die Zwischenräume zwischen dem wahren und falschen Bilde werden bei einer gegebenen Entfernung desto kleiner, je mehr Gelegenheit dem Auge geboten wurde, sich auszuruhen. Doch braucht es nach grösserer Intention der Augen stets eine geraume Zeit, ehe die Diplopie gänzlich verschwunden ist. Selbst wenn das Auge schon völlig ausgeruht scheint, und sich bereits prompt für alle Entfernungen accommodirt, erscheinen die beiden schrägen und der quere Streif auf 8—12 Fuss Ferne doppelt, ich nehme über ihnen einen gleichfärbigen, obgleich viel lichtschwächern Streif wahr, der sich, wenn verhältnissmässig ich mich von dem Objecte entferne, von dem wahren Bilde abhebt, dabei immer lichtschwächer wird, in einen kaum merklichen Schatten sich auflöst, und bei 16 Fuss Ferne endlich gänzlich verschwindet. Nähere ich mich sodann wieder dem Objecte, so taucht das neblige Nebenbild wieder auf, nimmt bei weiterer Annäherung an Lichtstärke zu, fliesst aber bei 7 Fuss Distanz mit dem wahren Bilde zu Einem zusammen.

Ich lasse nun zum nähern Verständnisse eine detaillirte Beschreibung der Ergebnisse meiner vielfachen Untersuchungen folgen. Nach minder heftigen Anstrengungen des Auges durch mikroskopische Arbeiten erscheinen mir:

A. 1) bis auf 4 Fuss Distanz sämmtliche Streifen einfach, deutlich, klar und scharf begrenzt. 2) Über 4 Fuss Entfernung machen in der Wahrnehmung des senkrechten Streifens keinen merkbaren Unterschied, der wagerechte und beide schräge Streifen erscheinen aber merklich dicker und beiderseits mit einem Saume eingefasst, dessen Farbe je nach dem Colorite des objectiven Streifens eine verschiedene ist. Bei 6 Fuss Distanz haben die erwähnten drei Streifen bereits die doppelte Dicke erreicht, an Lichtstärke aber deutlich abgenommen, während der senkrechte Streifen noch keine Veränderung erkennen lässt. 3) Bei 7 Fuss Entfernung treten endlich die Doppelbilder des horizontalen und beider schrägen Streifen aus einander, sie liegen scheinbar gerade über einander, durch einen Zwischenraum getrennt, dessen Breite der Dicke des objectiven Streifens nahebei gleichkömmt und je nach der Farbe des letztern auch eine verschiedene Färbung zeigt. Diese Farbe ist aber gewöhnlich eine ganz verschiedene von der, welche der Saum zeigt, mit welchem die äusseren Ränder der beiden Doppelbilder eingefasst sind. (Fig. II.) An dem senkrechten Streifen lässt sich noch keine Veränderung wahrnehmen. 4) Bei 8 Fuss Distanz hat der Zwischenraum zwischen beiden Doppelbildern des wagerechten und der schrägen Streifen bereits das Doppelte der vorigen Dicke erreicht, er ist nicht mehr einfärbig, sondern durch Zwischenlegung eines weissen Streifens in drei Schichten getrennt, deren obere und untere farbig ist, und sich an die innern Ränder der Doppelbilder lehnt, gegen die Mitte des Zwischenraumes sich aber allmählich verwaschend in das Weiss des Papieres übergeht. Der senkrechte Streifen erscheint nach oben etwas verlängert durch Ansatz eines bei 2‴ langen, gleichfärbigen, lichtschwächeren Parallelogrammes, dessen kürzere Seiten der Breite des Objectivstreifens gleichkommen. (Fig. III.) 5) Bei 11 Fuss Distanz nehme ich den senkrechten Streifen ganz deutlich um den dritten Theil eines Zolles verlängert wahr. Der auf sein oberes Ende aufstehende Ansatz ist lichtschwächer, sonst aber in jeder Beziehung dem Bilde des objectiven Streifens analog. Die Doppelbilder des wagerechten und der schrägen Streifen haben auch an Lichtintensität abgenommen, die einander zugekehrten Ränder derselben sind farbig eingesäumt, die Farbe dieses Saumes ist verschieden von jener, welche die entgegengesetzten Ränder der Doppelbilder einsäumt, und beide Einsäumungen, sowie die Doppelbilder selbst, haben merklich an Lichtstärke abgenommen. Das Doppelbild des wagerechten Streifens liegt genau über dem wahren Bilde, so zwar dass jede Linie, welche zwei gleichnamige Punkte der beiden Bilder mit einander verbindet, eine vollkommen senkrechte Richtung hat, und $^1/_3$″ lang erscheint. Die Doppelbilder der beiden schrägen Streifen sind weniger als $^1/_3$″ von einander entfernt, und liegen zwar auch über einander, jedoch so, dass von dem nach links aufsteigenden schrägen Streifen das obere (falsche) Bild etwas nach links und oben vorzustehen scheint, während das untere (wahre) Bild weiter nach rechts und unten ragt. Ganz ähnlich verhalten sich die Doppelbilder des nach rechts aufsteigenden Streifens, nur reicht hier das obere Bild etwas weiter nach oben und rechts, das untere nach unten und links. Bei genauer Untersuchung findet man nun auch hier, dass jede gerade Linie, welche man sich in Gedanken durch zwei gleichnamige Punkte der Doppelbilder legt, eine senkrechte Richtung und eine Länge von $^1/_3$ Zoll habe. Vielfältige Experimente haben mich gelehrt, dass die Richtung dieser Linie bei jedem einzelnen Individuum eine constante, und mit der jeweiligen Lage der senkrechten Kopfaxe zusammenhängende sei, sie haben mich gelehrt, dass ihre Länge bei mir jederzeit mit dem Grade der, der Diplopie zu Grunde liegenden Anstrengung des Auges, und mit der Distanz der Objecte zu und abnehme. Spätere Erörterungen werden es herausstellen, dass ohne genaue Kenntniss dieser Linien eine wissenschaftliche Begründung der Lehre vom Doppelt- und Mehrfachsehen absolut unmöglich sei. Die Wichtigkeit dieser Linien bestimmt mich vorzüglich, um öfteren Wiederholungen auszuweichen, meinen Untersuchungen etwas vorzugreifen, und von jetzt an selber den Namen des „H a u p t s c h n i t t e s" beizulegen, eine Benennung, deren Rechtfertigung in dem Nachfolgenden enthalten ist. U n t e r „H a u p t s c h n i t t v e r s t e h e i c h a l s o i n g e g e n w ä r t i g e m A u f s a t z e j e d e g e r a d e L i n i e, w e l c h e j e 2 e i n a n d e r

entsprechende Punkte der Doppelbilder mit einander verbindet. 6) Auf 15 Fuss Entfernung ist der gegenseitige Abstand beider Bilder auf $^1/_2$ Zoll Länge angewachsen. Der senkrechte Streifen erscheint um $^1/_2''$ verlängert, und sein falsches Bild fällt zu 2 Dritttheilen mit dem wahren Bilde zusammen, beide liegen in der senkrechten Richtung des Hauptschnittes und decken sich daher theilweise. Die Zusammensetzung des verlängerten Streifens aus zwei Bildern erweist sich sogleich, wenn der Kopf seitwärts geneigt wird, wo dann beide Bilder aus einander treten. Der wagrechte Streifen erscheint doppelt, die Doppelbilder sind beide vollkommen horizontal und stehen genau über einander, in der Entfernung eines halben Zolles. Die schrägen Streifen sind ebenfalls gedoppelt, die Entfernung der Doppelbilder scheint jedoch geringer, und sie liegen nicht gerade über einander, sondern die Ecken derselben erscheinen nach beiden Seiten hin etwas verschoben. Eine genaue Untersuchung lehrt jedoch, dass je zwei gleiche Punkte der Doppelbilder senkrecht über einander stehen und $^1/_2''$ von einander entfernt sind, sie zeigt, dass die Verschiebung und Annäherung der schrägen Doppelbilder eine nothwendige Folge der bestimmten Länge und senkrechten Richtung des Hauptschnittes sei (Fig. IV). — Übrigens sind die Färbungen der Doppelbilder noch lichtschwächer, als bei geringeren Distanzen, die Ränder sind mehr verwaschen, und die verschieden gefärbten Säume derselben sind ganz verschwunden. 7) Von dem Kreuze eines mässig hohen Kirchthurmes sehe ich den Querbalken doppelt, das Nebenbild ist um mehr als die doppelte Breite des Balkens von dem wahren Bilde entfernt, und der senkrechte Balken des Kreuzes ist um eben so viel nach aufwärts verlängert. Beide Bilder sind sehr lichtschwach mit verwaschenen Rändern ohne Farbensäume. Leider stehen mir genaue Masse der Grösse und Entfernung derartiger Gegenstände nicht zu Gebote. Sterne sehe ich stets einfach, mit einem vielstrahligen Kranze umgeben, den Mond doppelt und das Doppelbild um den halben scheinbaren Durchmesser des Mondes über dem wahren Bilde, so zwar, dass sich die Bilder zur Hälfte gegenseitig decken.

B. Sehr auffallend ist die oft wahrnehmbare Farbenveränderung der objectiven Streifen und die Färbung der, beide Doppelbilder zu beiden Seiten einfassenden Säume.

1) In einer Entfernung von vier Fuss erscheint der wagrechte und beide schräge Streifen, wie oben gesagt wurde, merklich dicker und farbig eingesäumt. Ich finde die schwarzen Streifen mohrengrau und nach oben und nach unten einen rothbraunen Saum, der die halbe Dicke des objectiven Streifens nicht überschreitet, und an dem, dem objectiven Streifen zugekehrten Theile am dunkelsten ist, von hier aus aber sich rasch ins gelbröthliche verwäscht, und ohne merkliche Grenze in die weisse Farbe des Papieres übergeht. Der senkrechte Streifen ist nicht verdickt, ohne Farbensaum, nur an seinem obern und am unteren Ende bemerke ich manchmal einen rothbräunlichen, lichtschwachen Schein. Der violette wagrechte und beide schräge Streifen erscheinen dunkelschwarzgrau, beiderseits orangegelb eingefasst, der senkrechte violette Streifen ist schwarz, oben und unten etwas blässer, mehr grau. Den blauen wagerechten und beide schräge Streifen sehe ich mohrengrau mit gelbröthlichen Säumen, den senkrechten blauen Streifen aber sehe ich fast schwarz, nach oben und unten graublau. Der saftgrüne wagrechte und die beiden schrägen Streifen erscheinen schön dunkelgrün mit gelben Randsäumen, der verticale Streif dunkelschwarz mit grünen ins Gelbe verwaschenen Enden. Die gelben Streifen erscheinen sämmtlich ohne alle verschiedenfarbige Säume. Von den scharlachrothen Streifen erscheint der wagrechte und die beiden schrägen dunkelrosenroth mit rothgelblichen Säumen, der senkrechte Streifen erscheint scharlachroth ohne anders gefärbte Enden. Der dunkelrothe wagrechte und beide schräge Streifen sind schwarzgrau mit gelben ins Röthliche stechenden Säumen, der senkrechte Streifen schwarz, oben und unten grau. 2) Bei sieben Fuss Entfernung treten die Doppelbilder des wagerechten und beider schrägen Streifen aus einander, sie werden durch einen Zwischenraum getrennt, dessen Breite der Dicke eines objectiven Streifens gleichkömmt, und bei schwarzen Objectivstreifen gesättigt blau, bei violetten himmelblau, bei indigoblauen lichtblau, bei grünen

Streifen lebhaft blaugrün, bei gelben gelblichweiss, bei scharlachrothen violett, bei dunkelrothen aber blau ist. Die einander entgegengesetzten Ränder der gedoppelten Bilder sind von den, in dem vorigen Nro. angegebenen Farbensäumen eingefasst. Bei den senkrechten Streifen ist wenig oder gar keine Veränderung bezüglich der dort angegebenen Verhältnisse bemerkbar. 3) Bei acht Fuss Entfernung treten die Doppelbilder des horizontalen und beider schrägen Streifen noch weiter auseinander, und auch der farbige Zwischenraum sondert sich in zwei Theile, in zwei Säume, deren unterer den obern Rand des untern Doppelbildes, der obere den untern Rand des obern Bildes einsäumt. Am Rande des Doppelbildes ist die Färbung am intensivsten, und verwäscht sich rasch gegen die Mittellinie des Zwischenraumes, so dass beide Säume durch einen weissen Streifen gegenseitig getrennt erscheinen. Eigentlich haben also die Doppelbilder der dunkel gefärbten Streifen am jedem Rande einen Farbensaum. Die Farbensäume der einander zugekehrten Ränder der Doppelbilder sind gleichfärbig, und eben so sind die entgegengesetzten Ränder mit gleichfärbigen Säumen eingefasst, der obere und untere Rand desselben Bildes ist aber stets verschieden gefärbt, wenn überhaupt Farbensäume wahrgenommen werden. 4) Bei weiteren Distanzen nehmen die Säume an Breite und Lichtstärke ab, bei 12—15 Fuss Ferne sind sie ganz verschwunden.

C. *Der Hauptschnitt fällt* bei übrigens gleichen Verhältnissen *stets in die Richtung der senkrechten Axe des Kopfes, er ändert seine Lage in demselben Masse und in derselben Richtung als die verticale Kopfaxe ihre Stellung verändert.* Es ist natürlich, dass unter solchen Umständen auch die relative Lagerung der Doppelbilder zu einander wechselt. Fig. V stellt die Doppelbilder in der Weise dar, in welcher sie mir bei Aufrecht-Stellung des Kopfes erscheinen. Neige ich bei einer Distanz von 15 Fuss von dem Objecte den Kopf nach rechts, so dass seine verticale Axe einen Winkel von 45° mit dem Horizonte bildet, so erscheint (Fig. VI) der senkrechte Streifen in zwei auf die beiden längeren Seiten des Papierblattes senkrechten Bildern, deren rechtseitiges mehr nach aufwärts, das linkseitige weiter nach abwärts reicht. Eine durch je zwei entsprechende Endpunkte der Doppelbilder gelegte Linie hat bei einer Länge von 1/2" eine 45° gegen den Horizont geneigte Richtung. Der horizontale Streifen erscheint in zwei mit den längeren Seiten des Papierblattes parallelen Bildern, deren oberes weiter nach rechts, das untere weiter nach links vorsteht, und zwar um so viel, dass wieder eine gerade Linie, welche zwei einander entsprechende Endpunkte des Doppelbildes verbindet, 1/2" lang und 45° gegen den Horizont geneigt ist. Der schräge nach rechts aufsteigende Streifen wird einfach gesehen, nach rechts um 1/2" verlängert. Der nach links aufsteigende Streifen jedoch wird in zwei Bildern gesehen, welche gerade über einander stehen, so dass durch geradlinige Verbindung der gleichnamigen Endpunkte ein Rechteck entstände, dessen kürzere Seiten 1/2" lang und alle vier Seiten 45° gegen den Horizont geneigt sind. Fig. VII zeigt die Doppelbilder, wie ich sie sehe bei horizontaler Stellung der Kopfaxe und nach rechts gerichtetem Scheitel, Fig. VIII bei einer Abweichung der senkrechten Kopfaxe von 45°, und Fig. IX bei einer Abweichung von 90°. Am besten lässt sich jedoch die stetige Übereinstimmung in der Richtung des Hauptschnittes der Doppelbilder mit der jeweiligen Lage der senkrechten Kopfaxe an einem auf ein weisses Papierblatt gezeichneten schwarzen Punkte von 1‴ Durchmesser studiren. Dieser Punkt erscheint auf die Distanz von 15 Fuss in zwei senkrecht über einander liegenden Bildern, deren Mittelpunkte gegenseitig 1/2" von einander abstehen. In eben dem Masse, als ich nun den Kopf nach rechts oder links neige, bewegt sich das obere Bild in einem Kreisbogen nach rechts oder links, dessen Centrum das wahre, untere Bild, der Radius aber der Hauptschnitt und 1/2" lang ist. Je nach der grössern oder geringern Neigung des Kopfes kann ich demnach das falsche Bild verschieden grosse Kreisbögen von 1/2" Radius um das untere wahre Bild beschreiben machen. Sehe ich mit nach abwärts geneigtem Kopfe zwischen meinen Füssen hindurch auf das 15 Fuss entfernte Object, so erscheint es auch doppelt, das falsche Bild ist hier aber das dem Boden nähere, und dreht sich bei Seitwärtswendungen des

Kopfes, entsprechend den geringen Graden deren Ausführbarkeit, in Kreisbogen von $^1/_2''$ Radius um das obere Bild.

D. Sehr interessant ist das Schwanken des obern oder falschen Bildes, welches ich mitunter, nicht jedesmal, bemerke. Es gibt nämlich Tage, an welchen das falsche Bild in einer stetigen Oscillation begriffen ist, sich continuirlich in der Richtung des Hauptschnittes dem wahren Bilde nähert, und von demselben etwas entfernt. Diese Oscillation des falschen Bildes tritt besonders gern nach sehr intensiven Anstrengungen des Auges auf, und die Grösse der Excursionen scheint mit dem Grade der Ermüdung des Auges in gerader Proportion zu stehen, erreicht jedoch nie mehr, als die Länge von 1—2 Linien. Die Oscillationen machen kleine Pausen, während denen die beiden Doppelbilder in Ruhe zu sein scheinen, und diese Pausen sind von verschiedener, ganz unregelmässiger Dauer. Die Schwingungen befolgen während der ganzen Zeit ihres Bestehens eine Art von nicht ganz gleichmässigem Rythmus, und verhalten sich in dieser Beziehung sehr ähnlich den Oscillationen der Pupille, wenn das Auge für sehr glänzende oder übermässig kleine und nahe Objecte intendirt wird. Oft gelingt es, wenn die beiden Doppelbilder in Ruhe stehen, das falsche Bild in Oscillationen auf der Richtung des Hauptschnittes zu versetzen, wenn ich das Auge rasch für sehr nahe Gegenstände accommodire, was bei einiger Übung im Experimentiren Jedem selbst ohne Annäherung eines Objectes an das Auge gelingt. Die Doppelbilder treten dann augenblicklich weiter auseinander, und das falsche Bild beginnt eine Art rythmischer Bewegung in der Richtung des Hauptschnittes.

E. Überhaupt ist die Verkürzung oder die Verlängerung der jeweiligen Accommodationsweite ein Mittel, die Doppelbilder aus einander treten zu lassen, und sie gegenseitig zu entfernen, oder sie zusammenfliessen zu machen, wenigstens einander merklich zu nähern. Es ist hier gleichgiltig, ob ich diese Veränderung der Accommodationsweite durch willkürliche Intention des Accommodationsapparates im Auge oder aber durch Benützung von optischen Instrumenten, Brillengläsern oder Fernröhren erzeuge. Im Allgemeinen gilt die Regel, dass Sammellinsen die Doppelbilder gegenseitig entfernen, Zerstreuungsgläser jedoch einander nähern und selbe zu Einem Bilde vereinigen. 1) Mittelst eines Convexglases von 30″—24″ Brennweite erscheint mir auf 15 Fuss Entfernung von dem Objecte der Abstand beider Bilder beinahe von 1″ Länge, bei Anwendung einer biconvexen Glaslinse von 18″ Brennweite hat der Abstand schon bei einer Distanz von vier Fuss die Länge von fast 1″ erreicht, während ich auf acht Schuh Entfernung nichts mehr deutlich ausnehme. Mit Brillengläsern von 14 und weniger Zoll positiver Brennweite nehme ich auf keine Distanz etwas Klares und Deutliches wahr. 2) Concavbrillen von 48″ Brennweite nähern mir bei einer Distanz des Objectes von 15 Fuss die Doppelbilder derartig, dass selbe zu einem doppelt so dicken, undeutlich begrenzten Streifen zusammentreten, der beiderseits Farbensäume aufweist; concave Linsen von 14″ Brennweite lassen mir die 15 Fuss entfernten Streifen einfach, jedoch etwas dicker erscheinen (mit Ausnahme des stets einfachen, unveränderten senkrechten Streifens); concave Gläser von 18″ und weniger hingegen zeigen mir jederzeit und in allen Fernen die Streifen einfach, deutlich und scharf begrenzt, von ganz natürlichem Durchmesser. 3) Fernröhre, welche für kurze Distanzen adoptirt werden können, lassen mich bei richtiger Stellung des Objectivs zum Oculare jederzeit die Streifen einfach, klar, scharf begrenzt, von natürlicher Dicke erkennen, sobald jedoch durch weiteres Ausziehen des Rohres das Objectiv von dem Oculare entfernt wird, treten die Doppelbilder auseinander, und zwar bei gleichzeitiger Abnahme der Lichtstärke um so mehr, als das Ocular von dem Objective entfernt wird.

F. Sehe ich bei diplopischem Zustande meines linken Auges in was immer für einer Entfernung von dem Objecte 1) durch eine feine, runde Öffnung in einem schwarzen Schirme, so erscheinen mir sämmtliche vier Striche aller Farben vollkommen einfach, deutlich und scharf begrenzt. Ganz

dasselbe gilt, wenn ich 2) durch einen sehr engen, 2‴ langen, horizontalen Spalt in einem schwarzen Schirme sehe, dann nehme ich sämmtliche Objecte in allen (passenden) Entfernungen einfach, deutlich und scharf wahr. 3) Drehe ich jedoch den Schirm und mit ihm den Spalt um die auf die Schirmfläche senkrechte Axe, so dass der Spalt aus seiner wagrechten Stellung in eine zum Horizont stark geneigte Stellung kommt, oder gar perpendiculär wird, so tritt augenblicklich die Diplopie ins Leben: der senkrechte Streifen erscheint in der Richtung des Hauptschnittes und der Distanz des Objectes entsprechend verlängert, der wagrechte und beide schräge Streifen aber erscheinen in Doppelbildern, die in Bezug auf gegenseitige Lage und Entfernung in Nichts von denen abweichen, welche bei freiem Auge unter denselben Verhältnissen zur Wahrnehmung kommen. 4) Halte ich den Kopf in einer gegen den Horizont geneigten Stellung, so muss ich den Spalt in eine, dem Grade dieser Neigung entsprechende schiefe Lage bringen, um die Diplopie verschwinden zu machen, und es gilt hier die Regel, dass das Auge so lange doppelt sieht, als der Spalt nicht senkrecht oder doch nahebei senkrecht auf der Richtung der verticalen Kopfaxe, und somit auf der jeweiligen Richtung des Hauptschnittes steht. Für jede Stellung des Kopfes ist daher die zum Einfachsehen nöthige Lage des Spaltes eine andere, sie ist stets auf die verticale Kopfaxe und den Hauptschnitt senkrecht, oder doch nahebei senkrecht. Bei jeder anderen Lage des Spaltes erscheinen die Doppelbilder unter den sub C angeführten Modalitäten in Bezug auf gegenseitige Stellung. 5) Fixire ich die Objectstreifen auf 15 Fuss Ferne bei verticaler Stellung des Kopfes und des Spaltes, so sind die Erscheinungen der Diplopie dieselben, wie bei völlig freiem Auge. Senke ich nun den Schirm in verticaler Richtung, so dass die durch den oberen Theil der Pupille auf die Linse fallenden Strahlen abgeschnitten werden, so wird das obere (falsche) Bild alsogleich lichtschwächer, und verschwindet bald völlig, während das wahre Bild an Deutlichkeit und Schärfe der Begrenzung sehr bedeutend zunimmt. Hebe ich jedoch den Schirm in verticaler Richtung, so dass die durch die untere Hälfte des Sehloches auf die Linse gelangenden Strahlen abgeschnitten werden, so werden beide Bilder desselben Streifens gleichmässig lichtschwächer und verschwinden fast gleichzeitig. Dasselbe gilt bei jeder anderen Stellung des Kopfes, wenn der Spalt in der Richtung der verticalen Kopfaxe und des Hauptschnittes steht, und der Schirm nach oben oder unten verschoben wird. Jede den obern Theil der Pupille verdeckende Verschiebung des Spaltes macht das falsche Bild verschwinden, bei gleichzeitiger Zunahme des wahren Bildes an Lichtintensität und Schärfe, während Verdeckung des unteren Theiles der Pupille gleichzeitiges Verschwinden beider Bilder zur Folge hat.

G. Von der grössten Wichtigkeit ist das Verhalten der Doppelbilder bei Betrachtung der objectiven Streifen durch ein nahe vor das Auge gehaltenes Turmalinplättchen. Ich verwende zu diesem Versuche ein sehr hellgrünes und sehr durchsichtiges Plättchen, welches von dem Wiener Mechanikus Eckling geschliffen, und an den Stiel einer Turmalinzange so befestigt ist, dass seine Hauptaxe mit der Axe des Instrumentes zusammenfällt. Mittelst dieses Stieles kann ich nun leicht der Axe des Plättchens jede gewünschte Stellung geben, und wenigstens annäherungsweise den Winkel schätzen, den die Hauptaxe des Turmalins mit der Kopfaxe bildet. Hunderte und Tausende von Versuchen haben mich nun gelehrt, dass 1) so lange die Hauptaxe des Krystalles mit der jeweiligen Richtung der senkrechten Kopfaxe zusammenfällt, dem Hauptschnitte also parallel steht, die Doppelbilder der objectiven Streifen in derselben Lage und gegenseitigen Entfernung, jedoch weit lichtschwächer und minder scharf begrenzt wahrgenommen werden, als bei Fixation derselben mit freiem diplopischem Auge. 2) Drehe ich bei senkrechter Stellung der Kopfaxe und der Krystallebene das Turmalinplättchen um eine wagrechte, auf seine beiden Flächen senkrechte Axe, so wird je nach der Richtung der Umdrehung bald das eine bald das andere Bild lichtschwächer und verschwindet ganz bei einer gewissen Stellung der Hauptaxe. Drehe ich bei unveränderter verticaler Stellung der Kopfaxe und unveränderter verticaler Lagerung beider Krystall-

flächen das Turmalinplättchen nach rechts, so nimmt das obere falsche Bild an Lichtstärke und Schärfe der Begrenzung ab, während das untere wahre Bild an Deutlichkeit, Klarheit und Lichtstärke zunimmt. Ist endlich das Turmalinplättchen um so viel gedreht worden, dass seine Axe mit einer durch die senkrechte Axe des Kopfes und den Hauptschnitt gelegten Ebene einen Winkel von 45°—80° bildet, so verschwindet das falsche Bild gänzlich, während das untere den grösstmöglichsten Grad von Lichtstärke und Schärfe der Begrenzung erreicht hat. Der Winkel, welchen die Axe des Krystallplättchens mit der Ebene des Hauptschnittes und der senkrechten Kopfaxe bilden muss, auf dass das falsche Bild verschwinde, ist nicht unter allen Verhältnissen derselbe, er variirt zwischen 45° und 80°, und es scheint mir, dass er um so grösser sei, je grösser die Anstrengung des Auges unmittelbar vor dem Versuche, und je ausgesprochener die Diplopie ist. Er lässt sich niemals im Voraus bestimmen, sondern stets nur durch den directen Versuch ermitteln, ich fand ihn kaum jemals kleiner als 45°, nie grösser als 80°. Für eine und dieselbe Untersuchung jedoch ist er je nach den obwaltenden Umständen ein bestimmter, innerhalb gewisser, ohne genaue Instrumente messbarer Grenzen unwandelbarer, es wäre denn, dass die Accommodationsweite willkührlich geändert wird. Drehe ich das Krystallplättchen in der angegebenen Weise nach links, so wird in eben dem Masse, als seine Axe aus der Ebene des Hauptschnittes und der senkrechten Kopfaxe heraustritt, das untere Bild lichtschwächer und seine Umrisse unbestimmter, während das obere falsche Bild in entsprechendem Masse an Lichtintensität und Schärfe der Begrenzung zunimmt, bis endlich die Krystallaxe mit der Ebene des Hauptschnittes und der senkrechten Kopfaxe einen Winkel bildet, der dem gleichkömmt, bei welchem das falsche Bild unter rechtsseitiger Drehung der Turmalinplatte verschwindet, je nach der Grösse der vorhergegangenen Anstrengung des Auges also zwischen 45° und 80° schwankt, für bestimmte Zeiten jedoch ein bestimmter ist. Durch willkürliche Intentionen des Auges für grosse Nähe ist es aber stets möglich, das Azimuth um etwa 10°—15° zu vergrössern. Wird die Krystallplatte über diesen Winkel hinaus gedreht, so nimmt das falsche Bild an Deutlichkeit ab, während das wahre abermals auftaucht, und an Lichtstärke und Schärfe der Umrisse zunimmt, bis endlich die Axe des Turmalins in jene Lage kömmt, bei welcher das falsche Bild unter grösster Deutlichkeit des wahren verschwindet. 3) Neigungen des Kopfes nach der einen oder der andern Seite haben keine Veränderungen in Bezug auf das Verschwinden des einen oder des andern der Doppelbilder bei gewissen Stellungen der Krystallaxe zur Ebene des Hauptschnittes und der senkrechten Kopfaxe zur Folge, der Winkel, den die Axe des Turmalins mit jener Ebene machen muss, um das eine oder andere Bild aufzuheben, bleibt stets derselbe, wie bei senkrechter Haltung des Kopfes. 4) Es ist mir bis jetzt noch nicht gelungen, Farbenringe zur Wahrnehmung zu bringen, wenn ich durch eine auf die Hauptaxe senkrecht geschliffene Doppelspathplatte und ein darüber gelegtes Turmalinplättchen den hell erleuchteten Himmel betrachte.

H. Die in den vorhergehenden erörterten Erscheinungen treten allemal und nach jeder Anstrengung des Auges durch mikroskopische Untersuchungen ins Leben, unter gewissen Umständen erleiden sie jedoch mitunter Modificationen, die einer näheren Angabe werth und wichtig sind. So tritt seit etwa ½ Jahre nach besonders intensiven mikroskopischen und namentlich mikrometrischen Arbeiten sehr häufig die Diplopie in einem weit höhern Grade auf, ich sehe dann schon auf 8″ Entfernung alle horizontalen und schrägen Striche einer Schrift doppelt, die Doppelbilder liegen ½‴ über einander, ihre einander zugekehrten Ränder sind schön blau eingesäumt, die entgegengesetzten aber rothbräunlich eingefasst. Die Farbenstreifen der Papierblätter erscheinen schon auf 3′ Entfernung in einander berührenden Doppelbildern, auf vier Fuss Distanz sind sie durch einen 1‴ breiten Zwischenraum von hellblauer Farbe getrennt, auf sechs Fuss Entfernung treten sie 2‴, auf 15 Fuss Distanz aber 1″ weit aus einander. Die Farbenveränderungen und Farbensäume der Doppelbilder, so wie die Lageveränderungen des Hauptschnittes bei

wechselnder Stellung des Kopfes bleibt dem in dem Vorhergehenden Mitgetheilten ganz analog. Ganz besonders auffallend wird unter diesen Verhältnissen das Schwanken des falschen Bildes in der Richtung des Hauptschnittes. Convexgläser entfernen bei gleicher Brennweite die Doppelbilder weit mehr von einander, und es sind zu deren Vereinigung weit stärkere Concavbrillen nöthig, als nach minder intensiven Anstrengungen des Auges, nämlich solche mit 24″ negativer Brennweite, durch welche auf 15′ Distanz die Objectivstreifen dicker und neblig begrenzt erscheinen; ganz scharf werden diese Streifen erst mit 12″ Focus haltenden Brillen gesehen. Die Azimuthe der Doppelbilder sind unter solchen Umständen immer sehr gross, nahe 80°.

l. Seit einigen Monaten bemerke ich nach derartigen übermässigen Intentionen des Auges bei einer Entfernung von 15′ unterhalb des wahren Bildes noch ein sehr lichtschwaches zweites falsches Bild, es tritt statt der Diplopie, Dreifachsehen, auf. Das obere falsche Bild ist einen Zoll von dem wahren entfernt, und verhält sich in jeder Beziehung genau so, wie in dem Vorhergehenden bereits angegeben worden ist. Das untere falsche Bild aber ist kaum eine Linie weit von dem mittleren (wahren) Bilde entfernt, lichtschwach, und sein unterer Rand gelblich eingefasst. Der Zwischenraum zwischen dem wahren und dem zweiten falschen Bilde ist farblos. (Fig. XI.) Die Stellung dieses Letzteren zu dem wahren und dem oberen falschen Bilde ist so, dass jeder nach unten verlängerte Hauptschnitt gerade durch den entsprechenden Punkt des zweiten falschen Bildes geht; der Hauptschnitt, d. i. die durch drei gleichnamige Punkte aller drei Bilder gelegte gerade Linie ist stets parallel der senkrechten Kopfaxe. Der mit der jeweiligen Richtung der verticalen Kopfaxe parallele Streifen erscheint stets einfach, nach der einen Seite zu um 1″, nach der entgegengesetzten Seite um 1‴ verlängert, alle andern Streifen aber erscheinen doppelt, und das zweite falsche Bild verhält sich in Bezug auf Stellung zu dem Wahren gerade umgekehrt wie das erste falsche Bild, ein Umstand, der in der Unveränderlichkeit des Hauptschnittes bei Diplopie und Triplopie begründet ist. (Fig. X.) Ein Schwanken des untern falschen Bildes konnte ich bis jetzt noch niemals wahrnehmen, wohl aber sah ich es öfters bei dem obern falschen Bilde, und es wird sein Auftreten oft durch willkürliche Accommodation des Auges für sehr grosse Nähe begünstigt, das obere Bild oscillirt alsdann in der Richtung des Hauptschnittes, während das wahre und zweite falsche Bild unverändert ihre gegenseitige Lage beizubehalten scheinen. Verkürzung der Accommodationsweite durch Convexbrillen, selbst ganz schwache, machen beide falschen Bilder deutlicher hervortreten, etwas schärfere unter 30″ positiver Brennweite machen jedoch das zweite falsche Bild wegen zunehmender Lichtschwäche desselben verschwinden. Concavbrillen von 48″ Brennweite heben auf 15′ Distanz das zweite falsche Bild vollkommen auf, während bei dieser Distanz unter den angegebenen Umständen Gläser von 14″ und 12″ Brennweite erfordert werden, um das erste falsche Bild mit dem wahren zu vereinigen. Eine feine Öffnung in einem schwarzen Schirme hebt in allen Entfernungen beide falschen Bilder auf, und ebenso Spaltöffnungen, deren Richtung mit der durch den Hauptschnitt und der gesenkten Kopfaxe gelegten Ebene einen rechten oder doch beinahe rechten Winkel bildet. Spaltöffnungen, deren Richtung mit der genannten Ebene zusammenfällt oder in einem kleinen Winkel zu denselben gestellt ist, lassen die Erscheinungen der Triplopie gerade so wahrnehmen, wie bei freiem Auge. Versuche mit solchen Spaltöffnungen, welche in die Richtung des Hauptschnittes fallen, stellen heraus, dass das obere und untere falsche Bild von ganz verschiedenen ins Auge fallenden Strahlen erzeugt werden, denn schneide ich, durch Senken des Spaltes in der Richtung der verticalen Kopfaxe, die durch den obern Theil der Pupille ins Auge fallenden Strahlen ab, so verschwindet sogleich das obere falsche Bild, während das wahre und das untere falsche Bild an Deutlichkeit und Schärfe der Begrenzung zunehmen, hebe ich aber den Schild in jener Richtung, so verschwindet zuerst das untere Bild, und hierauf wird das wahre und das obere Bild gleichzeitig lichtschwächer, bis beide gleichzeitig verschwinden. Versuche mit Turmalinplättchen, um das Azimuth des zweiten falschen

Bildes zu ergründen, lieferten bis jetzt noch kein Resultat wegen der Lichtschwäche dieses Bildes und der grossen Lichtabsorption in dem farbigen Krystalle, welche die Wahrnehmung dieses Bildes ganz unmöglich machen. Doch mit Bestimmtheit geht hervor, dass unter solchen Umständen das Azimuth des obern Nebenbildes stets ein sehr grosses, nahebei 80° betragendes sei.

K. Fixire ich, während mein linkes Auge diplopisch ist, die Objectsstreifen mit beiden Augen, so erscheint mir der senkrechte Streifen ganz normal; der wagrechte und beide schräge Streifen werden etwas lichtschwächer und minder scharf begrenzt wahrgenommen, jedoch bemerke ich deutlich oberhalb des wagrechten und der beiden schrägen Streifen in einer der Distanz des Objectes entsprechenden Entfernung einen sehr lichtschwachen, nebelartigen Schatten. Das falsche Bild ist kaum zu erkennen, ohne farbige Säume.

Diesen an meiner eigenen Person gemachten Erfahrungen reihen sich nun jene an, welche ich an fremden Individuen zu machen Gelegenheit hatte. Ich hebe aus den mir zu Gebote stehenden Fällen nur einige hervor, und zwar solche, welche ich in ihren Details durch mehrmals wiederholte Versuche als vollkommen constatirt betrachten darf, und welche Leute betrafen, die nicht nur den Willen, sondern auch den hinlänglichen Verstand hatten, um derartige Versuche mit ihnen zu vornehmen können. Ich übergehe alle Fälle, in welchen die Diplopie entweder zu wenig ausgesprochen war, oder wo dem Individuum selbst die nöthigen Fähigkeiten fehlten, um zu einigermassen sicheren Resultaten zu gelangen, und die Untersuchung überhaupt auf einen gewissen Grad von Vollständigkeit zu bringen. Ich kann mich der detaillirten Aufführung dieser unvollständig untersuchten Fälle um so eher überheben, als sie im Allgemeinen nur das bestätigen, was in dem Folgenden zur Sprache kommen wird.

II. Erfahrungen an fremden Personen.

1. Fall. Ein vierzehnjähriger Knabe von ganz gesundem Aussehen und verhältnissmässig sehr entwickelten Geistesanlagen schielt mit beiden Augen nach einwärts, ein Zustand, der seit seinem vierten Lebensjahre bestehen soll, zu welcher Zeit der Kranke an heftigen Fraisen gelitten zu haben vorgibt. Das rechte Auge schielt mehr als das linke, und auch öfter. Fixirt der Kranke einen grösseren Gegenstand auf eine beliebige, vier Fuss übersteigende Distanz, so geschieht dies bald mit dem rechten, bald mit dem linken Auge, während das andere Auge sich in den Augenwinkel stellt, und ganz unthätig bleibt, wovon man sich leicht Überzeugung verschaffen kann, wenn man nach Petrequin's Rathe während der Fixation des Objectes mittelst eines Schirmes bald das eine bald das andere Auge verdeckt. Wird nämlich das unthätige Auge verdeckt, so bleibt das andere ganz ruhig in seiner Stellung, sobald aber das gerade fixirende Auge hinter den Schirm kommt, regt sich das unthätige, tritt aus dem Winkel hervor, und sucht durch Bewegungen ganz deutlich und sichtbar seine optische die Axe in Richtung des Objectes zu stellen. Sobald der Kranke aber sehr kleine Gegenstände genau betrachten soll, sobald er zum Lesen, Schreiben etc. sich anschickt, tritt sein rechtes schwächeres, mehr schielendes Auge alsogleich in den innern Augenwinkel, und das linke Auge allein verfolgt durch entsprechende Bewegungen das Object. Das linke Auge accommodirt sich mit Leichtigkeit und Schnelligkeit für alle möglichen Distanzen, für den gestirnten Himmel und die kleinste auf vier Zoll entfernte Druckschrift. Das rechte Auge ist kurzsichtig und diplopisch. Es liest auf neun Zoll Distanz mit grösster Leichtigkeit den kleinsten Druck, kann aber auf 17 Fuss Distanz keinen der vier objectiven Streifen auf dem Papierblatte unterscheiden. Auf vier Fuss Entfernung sieht es sowohl einen schwarzen runden Punkt von 1‴ Durchmesser, als den senkrechten Streifen einfach, der wagrechte und beide schrägen Streifen erscheinen ihm aber lichtschwächer und dicker. Auf fünf Fuss Distanz erscheint

ihm der Punkt und der senkrechte Streifen noch einfach, der wagrechte und beide schrägen Streifen aber erscheinen doppelt. Das Nebenbild ist etwas lichtschwächer, ohne Farbensäume, es liegt bei 2‴ unterhalb des wahren Bildes, und steht bei senkrechter Haltung des Kopfes um etwas weniges nach rechts vor. Im Verhältnisse zur Entfernung des Objectes treten die Doppelbilder weiter und weiter aus einander, und auf 12 Fuss Entfernung stehen die Doppelbilder des wagrechten und der schrägen Streifen bereits so weit aus einander, dass eine, zwei entsprechende Punkte derselben verbindende, gerade Linie bei 1″ messen dürfte. Diese Linie, der Hauptschnitt, ist nicht ganz parallel der verticalen Kopfaxe, sondern bildet mit derselben einen nach links und oben geöffneten Winkel, dessen Grösse der Kranke anzugeben ausser Stande ist, der aber nach seiner Zeichnung der Doppelbilder kaum 20° überschreiten dürfte. Erst bei dieser Entfernung tritt der senkrechte Streifen in einem Doppelbilde auf, das falsche Bild steht nach rechts von dem wahren und so tief, dass nur das untere Dritttheil des wahren und das obere des falschen neben einander in dasselbe Niveau zu stehen kommen, durch einen Zwischenraum von kaum einer Linie Breite gegenseitig getrennt. Der Hauptschnitt der Doppelbilder steht also in diesem Falle nicht senkrecht, sondern bildet mit dem Lothe einen Winkel von ungefähr 20°. Experimente mit geneigtem Haupte zur Bestimmung entsprechender Lageveränderungen des Hauptschnittes hatten zu verwirrte Angaben des Kranken zu Ergebnissen, als dass daraus eine Schlussfolgerung möglich wäre. Mit Convexgläsern nimmt der Kranke nur äusserst schwierig die Streifen aus, und seine Mittheilungen sind in dieser Hinsicht weniger glaubwürdig, doch bestätigen sie im Ganzen genommen die allgemeine Regel, dass Convexlinsen die Doppelbilder gegenseitig entfernen. Mit Concavgläsern von 14 und 10 Zoll Brennweite erscheinen ihm auf 12 Fuss Ferne der senkrechte und beide schrägen Streifen einfach, der wagrechte etwas dicker, auf 10 Fuss Entfernung sind jedoch alle vier Streifen völlig scharf, deutlich und einfach. Durch eine feine Öffnung in einem Schirme, so wie durch einen feinen wagrechten Spalt sieht er alle vier Streifen einfach und scharf begrenzt, durch einen senkrechten oder wenig geneigten Spalt aber kommen die Doppelbilder, so wie mit freiem Auge zur Wahrnehmung. Mit einem Turmalinplättchen experimentirt der Kranke äusserst schwierig, nur durch zahlreiche Wiederholungen jedes einzelnen Versuches konnte ich zu einem einigermassen genügenden Resultate gelangen, und den Winkel annäherungsweise bestimmen, den die Axe des Krystalls mit dem Hauptschnitte bilden muss, um das Doppelsehen verschwinden zu machen. Das Azimuth für das falsche Bild beträgt 60°—80° nach links. Das Azimuth für das wahre Bild 60°—80° nach rechts von der Richtung des Hauptschnittes.

II. Fall. Ein 15jähriger, sehr wohl aussehender, rüstiger, geistig sehr entwickelter Knabe kam vor einem Jahre aus seiner Heimath, Böhmen, nach Wien, um als Glaserlehrling in einem Geschäfte einzutreten. Nach dem einstimmigen Zeugnisse aller seiner Hausgenossen waren damals seine Sehaxen vollkommen congruent, keine Spur des leisesten Strabismus an ihm zu bemerken. Kurze Zeit nach seiner Ankunft in Wien waren zu seinem Schrecken ohne alle bewusste Ursache über Nacht während des Schlafes beide Augen strabotisch geworden, und das damit verbundene Doppelsehen machten jeden seiner Schritte unsicher. Der Strabismus dauerte einen Tag, des andern Morgens erwachte der Kranke in vollkommen normalen Zustande, das Schielen war völlig verschwunden. Doch dauerte die Freude nur einen Tag, denn des folgenden Morgens war der Strabismus beider Augen wiedergekehrt, und in dieser Weise wechseln nun seit fast einem Jahre Schieltage (wie sie der Patient nennt) mit freien Tagen ab. Ich beobachte den Kranken seit mehr denn 4 Monaten, und hatte so hinlänglich Gelegenheit, mich von der Existenz eines intermittirenden Strabismus mit unwandelbarem dreitägigem Typus zu überzeugen. Im Anfange meiner Beobachtungen waren die Intermissionen ganz vollständig, jeden zweiten Tag waren die Bewegungen beider Augen stets vollkommen übereinstimmend, keine Spur eines schiefen Blickes wahrnehmbar, seit zwei Monaten aber sind die Intermissionen minder vollständig, denn bei sehr genauer Untersuchung

der Augen findet man im rechten Auge bei Fixation etwas fernerer Gegenstände eine leise Abweichung seiner optischen Axe nach links, der Kranke schielt im geringen Grade mit dem rechten Auge. An den Schieltagen ist jedoch der convergirende Strabismus beider Augen ungemein ausgeprägt. Doch bewegt der Kranke jedes einzelne Auge leicht und prompt nach allen möglichen Richtungen, er fixirt die Gegenstände bald mit dem einen, bald mit dem andern, wie der Petrequin'sche Versuch zeigt, nur die Concinnität der Bewegungen beider Augen ist aufgehoben, er ist an den Schieltagen nicht fähig, beide Sehaxen gleichzeitig auf denselben Punkt zu richten und hier festzuhalten, ein oder das andere Auge, häufiger das rechte Auge, weicht gegen den innern Winkel hin ab. Seit einem halben Jahre treten öfters ohne bekannte Ursache mässige Schmerzen in der rechten Kopfhälfte auf, besonders an Schieltagen, und seit ganz kurzer Zeit klagt der Kranke über ein continuirliches Gefühl, als drücke Jemand mit zwei Fingern auf die rechte Abdachung der Nase. Mit Ausnahme der erwähnten Alterationen ist weder in den motorischen noch sonstigen Nerven des Gehirns oder Rückenmarkes irgend eine krankhafte Affection zu eruiren. Der Verdacht eines Gehirnleidens dürfte aber einige Begründung in der auffallend grösseren Vorwölbung der rechten Stirnhälfte finden. Chinin und Chinoidin in starken Dosen, so wie kalte Kopfdouche liessen mich bei Behandlung dieses Übels gänzlich im Stiche, im Gegentheile scheint die Krankheit unaufhaltsam vorwärts zu schreiten, denn es stellen sich nun öfters und heftigere Kopfschmerzen ein, das Gefühl eines Druckes auf die rechte Nasenwand hat an Intensität zugenommen und die Abweichung der rechten Sehaxe ist nun eine continuirliche geworden, nur nimmt sie an den Schieltagen auffallend zu. Sehr häufig wiederholte Experimente mit dem Kranken an Schieltagen und freien Tagen liessen das Accommodationsvermögen des linken Auges stets als ein ausgezeichnetes erkennen, der Kranke las auf 14″ Distanz fertig die kleinste Druckschrift, und zählte mit Leichtigkeit die Ziegel eines 20° entfernten Daches. Trotzdem ist aber das linke Auge an den Schieltagen diplopisch, doch sind die falschen Bilder sehr lichtschwach, so dass die Angaben des Kranken über Stellung und Lage der Doppelbilder sehr unzuverlässig und oft widersprechend erscheinen. Anders ist es mit dem rechten, offenbar kurzsichtigen Auge; hier ist die Diplopie sehr deutlich ausgesprochen, doch auch hier sind die Erscheinungen nicht immer im gleichen Grade vorhanden, die Länge des Abstandes der Doppelbilder wechselt nach verschiedenen Tagen, während die Stellung des Hauptschnittes zum Horizonte eine constante bleibt. Im Allgemeinen ist die Myopie und der Abstand der Bilder an freien Tagen geringer als an Schieltagen, jedoch auch an Schieltagen sehr verschieden. An Schieltagen mit sehr entwickelter Diplopie sieht der Kranke mit dem rechten Auge auf 3′ Distanz alle vier Streifen einfach, doch lichtschwächer, etwas verdickt, ohne Farbensäume. Auf vier Fuss Distanz erscheinen der senkrechte, wagrechte, und der nach links aufsteigende schräge Streifen doppelt, der nach rechts aufsteigende schräge Streifen aber erscheint einfach, obwohl etwas verdickt und nach rechts und oben etwas verlängert. Die falschen Bilder laufen parallel den wahren, und relativ zu den letztern so gestellt, dass jede, zwei gleichnamige Punkte der Doppelbilder verbindende, gerade Linie bei senkrecht gestellter Kopfaxe 30°—40° nach rechts geneigt erscheint. Der Hauptschnitt bildet mit dem Lothe einen nach rechts und oben offenen Winkel von 30°—40° und der gegenseitige Abstand beider Bilder hat für die Distanz von 4′ eine Länge von 2‴. Auf 9′ Entfernung sieht er den senkrechten Streifen gar nicht, den nach rechts aufsteigenden schrägen Streifen einfach, den wagrechten und nach links aufsteigenden Streifen bei starker Anstrengung doppelt, doch ist das Doppelbild der letzteren zwei Streifen äusserst schwach ausgesprochen, gleicht einem kaum erkennbaren nebligen graulichen Streifen, der 1″ über dem wahren Bilde steht, und einem Hauptschnitte von 50°—60° Neigung gegen den Horizont entspricht; sobald die Anstrengung des Auges nachlässt, entschwinden alle beiden falschen Bilder, der wagrechte und beide schräge Streifen erscheinen lichtschwach neblig, ohne scharfe Grenzen, einfach. Auf 12′ Distanz nimmt der Kranke die Streifen nur ganz unbestimmt, im Nebel aus. Durch ein Brillenglas

mit 24″ positiver Brennweite erscheinen auf 18″ Ferne alle vier Streifen einfach, doch trübe, auf 2½′ Distanz treten dieselben Erscheinungen auf wie bei vier Fuss Entfernung und freiem Auge. Durch ein Convexglas von 18″ Brennweite erscheint der senkrechte und nach rechts aufsteigende Streifen auf 3′ Ferne einfach, die Doppelbilder des wagrechten und nach links aufsteigenden schrägen Streifens sind ungemein lichtschwach, neblig, ihr gegenseitiger Abstand bei ¾″. Auf sechs Fuss Distanz wird mit einem Convexglase von 18″ Brennweite bloss der nach links aufsteigende Streifen in zwei 1″ entfernten Bildern wahrgenommen, der andere schräge und der wagrechte Streifen werden einfach, neblig, der senkrechte gar nicht wahrgenommen. Mit Convexgläsern von 10″ Brennweite erscheinen auf 9″ Distanz alle vier Streifen einfach, auf 13″ Distanz ist der wagrechte und nach links aufsteigende Streifen doppelt, der Abstand bei zwei Linien, der senkrechte und nach rechts aufsteigende Streifen sind einfach, auf grössere Distanzen verschwimmt Alles vor dem Auge. Mit Convexgläsern von 24—15″ negativer Brennweite nimmt der Kranke alle vier Streifen auf 3—15 Fuss Entfernung scharf, einfach und deutlich wahr. Durch eine feine Öffnung in einem Schirme, so wie durch einen feinen 30°—40° gegen den Horizont geneigten Spalt sieht der Kranke in allen Entfernungen alle vier Streifen einfach und deutlich, sobald aber die Richtung des Spaltes nicht nahebei senkrecht auf den Hauptschnitt steht, erscheinen die Doppelbilder wie bei Fixation der Objecte mit freiem Auge. Durch ein Turmalinplättchen, dessen optische Axe dem Hauptschnitte parallel steht, sieht der Kranke die Doppelbilder wie mit freiem Auge, jedoch lichtschwächer, in eben dem Masse jedoch wie das Plättchen um eine auf seine Flächen senkrechte (horizontale) Axe nach rechts gedreht wird, nimmt das eine Bild an Lichtintensität ab, und wenn die Krystallaxe mit dem Lothe einen Winkel von 70° macht, ist das eine Bild verschwunden. (Ich kann nicht mit Bestimmtheit eruiren, welches der beiden Bilder dieses sei.) Strengt sich das Auge aber sehr stark an, so tritt das zweite Bild gleich wieder hervor. Bei einer Neigung der Krystallaxe von 80° nach rechts, erscheinen die Streifen stets einfach, und willkürliche Verkürzung der Accommodationsweite kann sie nicht mehr in Doppelbilder auftreten machen. Wird das Plättchen nach links gedreht, so verschwindet auch bald eines der Bilder, und es bedarf hier nur eines Winkels von 10°—15° mit dem Lothe, um die Diplopie aufzuheben. Zu andern Zeiten fand ich jedoch sowohl das Accommodationsvermögen als auch die Erscheinungen der Diplopie in dem rechten Auge etwas verändert. So ergab eine Untersuchung für den Abstand beider Bilder bei einer Distanz des Objectes von 3′ 3″ eine Länge von 1‴, für 6′ Distanz 4‴, für 10′ Entfernung 6‴, für 15′ Entfernung einen Zoll. Der Hauptschnitt erwies sich unter allen Verhältnissen 30°—40° von der senkrechten Richtung der verticalen Kopfaxe abweichend, und bewahrte diese seine Stellung zur verticalen Kopfaxe unter allen Umständen, bei den verschiedensten Neigungen des Kopfes nach der Seite. Die optische Achse des Turmalinplättchens musste jedoch in einem Winkel von 30°—40° zur Körperaxe nach rechts oder links gestellt werden, um die Diplopie verschwinden zu machen. In diesem Falle fiel selbe also bei der Neigung nach rechts mit dem Hauptschnitte in dieselbe Richtung, bei der Neigung nach links aber stand sie auf der Richtung des Hauptschnittes senkrecht, wenn das eine oder andere Bild zum Verschwinden gebracht worden war. Leider waren auch hier die Angaben des Kranken in Bezug des Verschwindens des wahren oder falschen Bildes sehr unzuverlässig.

III. Fall. Eine 37 Jahre alte Spitzenklepplerin von ganz gesundem Aussehen leidet seit Jugend auf an einem geringen Grade von Kurzsichtigkeit beider Augen. Vor zwei Jahren litt sie an einem dem gegenwärtigen sehr ähnlichen Übel, wurde jedoch bald wieder hergestellt. Übermässige, besonders nächtliche Arbeit hatte vor fünf Monaten ihr Gesicht derartig geschwächt, dass sie Alles rings um sich in einen dichten Nebel gehüllt erblickte, der um so trüber war, je ferner die Gegenstände lagen. Alle Gegenstände erschienen ihr wie mit einem goldenen Scheine überzogen und ihre Ränder spielten in der Farbe des Regenbogens. Nähere Daten weiss die Kranke gegenwärtig nicht anzugeben. Sie wurde auf der

Wiener Augenklinik durch fünf Monate mit Tartarus emeticus, Sublimat und Quecksilbersalbe, den Panaceen für alle Mängel des dioptrischen Apparates, natürlich fruchtlos, behandelt. Bei ihrer sofortigen Aufnahme auf der Augenkrankenabtheilung fand ich beide Augen ohne Spur einer äusserlich sichtbaren krankhaften Erscheinung, nur war die Iris sehr merkwürdig abgeflacht, nach hinten gerückt; die Pupille enge, regelmässig, träge, beweglich. Fernere Gegenstände sieht die Kranke wie mit einem gelben Nebel überzogen, deren Ränder ganz verschwommen, mit einem hellblauen Saume eingefasst, auf dem ein hellbrauner ins Gelbe verwaschener Rahmen aufsitzt. Nähere Gegenstände erscheinen ihr gelb ohne scharfe Ränder und ohne farbige Säume. Das Accommodationsvermögen beider Augen ist fast aufgehoben, der Fernpunkt des rechten Auges ist auf vier Fuss hereingerückt, der Fernpunkt des linken aber liegt fast 10 Fuss von dem Auge. Hingegen sieht sie mit dem rechten Auge nahe und kleine Objecte viel besser als mit dem linken, sie liest mit dem rechten Auge auf 10″ Distanz kleine Druckschrift prompt, ohne jedoch dabei ausdauern zu können, mit dem linken Auge ist das Lesen äusserst beschwerlich. Das rechte Auge ist diplopisch, das linke gleichfalls, und die Erscheinungen in beiden ganz analog. Mit dem rechten Auge sieht die Kranke auf 11″ Entfernung alle vier schwarzen Streifen einfach, deutlich und scharf begrenzt, ohne Farbensäume. Auf zwei Fuss Distanz erscheint der senkrechte Streifen an seinem linken Rande bräunlichgelb eingefasst, der wagrechte und der nach rechts aufsteigende schräge Streifen zeigt an seinem obern Rande einen braungelben Saum, der entgegengesetzte Rand dieser Streifen ist grau verwaschen ohne ausgesprochene Farbe. Der nach links aufsteigende schräge Streifen wird einfach, ohne Farbensäume, wahrgenommen. Auf 2′ 7″ erscheint der Farbensaum des senkrechten, horizontalen, und nach rechts aufsteigenden Streifens fast schwarzbraun, nach aussen ins Röthliche verwaschen. Auf $3^1/_2$ Fuss Entfernung erscheinen sämmtliche vier Streifen doppelt, das wahre Bild ist grau ohne Farbensaum, das falsche liegt demselben parallel, und die, zwei gleichnamige Punkte beider Bilder verbindende, gerade Linie, der Hauptschnitt, bleibt unter allen Umständen 10°—20° von der verticalen Kopfaxe nach links abgeneigt; die Länge des Abstandes beider Bilder ist bei dieser Entfernung des Objectes bei 4‴. Das falsche Bild ist braungrau, sein nach links sehender Rand licht röthlichgelb eingefasst, das falsche Bild des senkrechten Streifens steht nahe an dem wahren Bilde an, doch reicht das erstere mit seinem obern Ende weit über den obern Endpunkt des wahren hinaus. Das falsche Bild des wagrechten Streifens liegt fast gerade über dem wahren Bilde, nur sein linkes Ende steht etwas weiter nach links hervor, während das rechte Ende des untern (wahren) Bildes etwas weiter nach rechts vorragt. Der Zwischenraum zwischen beiden ist bei 3‴ breit und farblos. Der nach links aufsteigende schräge Streifen ist einfach, jedoch verdickt, sein oberer Rand bräunlichroth eingefasst, und dieser Saum steht an dem linken obern Ende etwas hervor. Die Doppelbilder des nach rechts aufsteigenden schrägen Streifens liegen fast ganz gerade über einander, und der Zwischenraum ist hier am grössten, bei 4‴ breit. Auf $5^3/_4$′ Distanz hat der gegenseitige Abstand beider Bilder fast einen halben Zoll Länge erreicht, doch sind die Doppelbilder ungemein lichtschwach und schwer zu erkennen. Der senkrechte Streif erscheint in beiden Bildern gelblich nebelartig, während das falsche Bild des wagrechten und des nach rechts aufsteigenden schrägen Streifens noch braunroth mit gelbem Saum, das wahre Bild grau ist. Auf sieben Schuh Entfernung verschwindet alles spurlos. Im linken Auge werden nun aber die Doppelbilder erst sichtbar, und ihr Abstand erreicht bei Distanzen von 12—15 Fuss eine Länge von 1″, in weiterer Ferne wird aber auch hier das Sehen ganz unbestimmt. Bei Fixation des Streifens mittelst eines Convexglases von 10″ Brennweite treten auf 1′ 10″ Distanz dieselben Erscheinungen auf, wie bei unbewaffnetem Auge und einer Entfernung von $3^1/_2$′. Auf $2^1/_2$′ verschwindet Alles in gelbem Nebel. Mittelst eines Concavglases von 48″ Brennweite erscheinen auf 3′ Distanz die Streifen wie bei freiem Auge und einer Entfernung von 1 Schuh 10 Zoll. Mit Concavgläsern von 14″ Brennweite sieht die Kranke noch auf 6′ alle vier Streifen ganz einfach, ohne deutliche Farbensäume. Mit feinen Löchern und Spaltöffnungen hatte ich zu der Zeit

dieser Beobachtung noch keine Experimente gemacht. Bei verticaler Stellung der senkrechten Kopfaxe und verticaler Richtung der optischen Axe eines vor das Auge gehaltenen Turmalinplättchens erscheinen die Doppelbilder der Streifen wie mit freiem Auge nur lichtschwächer. In dem Masse aber als das Turmalinplättchen um eine auf seine Fläche senkrechte horizontale Axe nach links gedreht wird, verliert das obere falsche Bild an Lichtintensität, während das wahre Bild deutlicher und schärfer wird. Ist die Drehung so weit gelungen, dass die optische Axe des Turmalins mit der senkrechten Kopfaxe einen nach oben und links offenen Winkel von 30°—40° bildet, so ist das falsche Bild gänzlich verschwunden, bei gleichzeitiger grösster Lichtstärke des wahren Bildes. Bei weiterer Drehung der Turmalinplatte erscheint gleich wieder das falsche Bild, es nimmt an Lichtstärke und Schärfe der Begrenzung zu, während das wahre in dieser Beziehung abnimmt, bis endlich die optische Axe des Krystalls mit der senkrechten Kopfaxe einen nach unten und links offenen Winkel von 10°—20° bildet, dann ist bei grösster Deutlichkeit und Schärfe des falschen Bildes das wahre gänzlich verschwunden. — Später wurde das rechte Auge amblyopisch und weitere Experimente unmöglich. Beide Augen begannen nach aussen abzuweichen, und im rechten Auge äusserte sich eine Parese des oculomotorischen Nerven mit allen ihren Erscheinungen. Das linke Auge bewahrte jedoch mit Ausnahme seiner geringen Abweichung nach aussen seinen ursprünglichen Zustand, die Entlassung der Kranken aus der Abtheilung entrückte sie meiner weitern Beobachtung.

IV. Fall. Ein 17jähriger Judenknabe mit ungewöhnlich entwickelten Geistesanlagen litt seit seiner frühesten Kindheit an Augenentzündungen, in Folge deren am linken Auge eine excentrische partielle vordere Synechie und eine staphylomatöse Ausdehnung der obern vordern Partie der Sklera mit amblyopischem Zustand der Netzhaut eingetreten waren. Das rechte Auge ist mit Ausnahme der Cornea ganz von normalem Aussehen. Im mittleren Theile der Hornhaut findet man zwei kleine, unregelmässig begrenzte, ganz oberflächlich gelagerte Trübungen. Die eine derselben ist stecknadelkopfgross, halb durchsichtig, wolkenartig mit verwaschenen zackigen Rändern, und liegt gegenüber dem obern und innern Theile des Pupillarrandes bei mässiger Weite des Sehloches. Die andere Trübung ist offenbar narbiger Natur, ganz undurchsichtig, von kreideähnlichem Aussehen, mit wolkig trüben verwaschenen Rändern, und liegt etwas nach aussen, und unterhalb des wagrechten Durchmessers der mässig weiten, sehr lebhaft spielenden Pupille. Das Centrum der Cornea ist demnach wenigstens auf $^3/_4'''$ im Durchmesser ganz rein. Die Hauptklage des Kranken ist Dreifachsehen. Auf eine Entfernung von mehreren Schuhen sieht er helle und glänzende Gegenstände von geringerer Ausdehnung in drei Bildern. Meine Experimente ergeben Folgendes: Auf $5^1/_2$ Fuss Entfernung sieht er das Papier undeutlich, die darauf verzeichneten vier Striche aber so verschwommen und unbestimmt, dass er über Lage, Stellung und Farbe keine Auskunft zu geben vermag. Auf 5′ Distanz treten die schwarzen Streifen bereits in die Wahrnehmung, der senkrechte Streifen erscheint sehr neblig, grau, einfach, der wagrechte und beide schrägen Streifen aber werden in drei Bildern gesehen. Die zwei obern sind etwas dunkler, mohrengrau und durch einen kaum vier Linien breiten weissen Zwischenraum getrennt, der dritte Streifen ist äusserst blassgrau, drei Zoll unterhalb des unteren (wahren) der beiden stärker ausgeprägten Bilder gelegen, und sein linkes Ende steht merklich weiter nach links. Eine durch gleichnamige Endpunkte aller drei Bilder gelegte gerade Linie, der Hauptschnitt, bildet mit der senkrecht gestellten verticalen Kopfaxe des Patienten einen nach oben und rechts offenen Winkel von 30°—40°. Auf vier Fuss Entfernung ist der senkrechte Streifen noch so neblig und undeutlich, dass er nur mit grösster Mühe erkannt wird. Von einer Vervielfältigung seiner Bilder ist noch gar Nichts wahrnehmbar. Das obere falsche Bild des wagrechten und des nach links aufsteigenden schrägen Streifens ist deutlich, obwohl mit verwaschenen Rändern, es steht mehr als zwei Linien von dem wahren ab, während das untere falsche Bild zwei Zoll von dem wahren Bilde entfernt ist. Der nach rechts und oben aufsteigende schräge Streifen

erscheint nun doppelt, das obere falsche und das wahre Bild sind zu Einem grauen nebligen Streifen zusammengeflossen, das untere falsche Bild ist aber deutlich isolirt und durch einen weiten Zwischenraum getrennt. Farbensäume sind noch keine wahrnehmbar. Auf 3 Fuss Entfernung erscheint der senkrechte Streifen schon ziemlich deutlich und zu beiden Seiten desselben graue neblige Linien, deren rechtseitige nahe an dem entsprechenden Rand des Bildes steht, die linkseitige aber 2‴—3‴ davon entfernt ist. Wegen der grossen Undeutlichkeit der beiden falschen Bilder kann der Kranke jedoch nicht unterscheiden, ob eines derselben über das wahre Bild nach oben oder unten hervorragt. Der nach rechts aufsteigende Streifen erscheint doppelt, das falsche Bild steht weit unter dem wahren, stark nach links verschoben, der wagerechte und der nach links aufsteigende Streifen sind aber deutlich dreifach, die beiden obern, sehr dunkeln, ziemlich scharf begrenzten Bilder sind eine Linie von einander entfernt, das untere falsche Bild steht 1½″ unter dem wahren, etwas nach links verschoben, so dass der Hauptschnitt unter allen Verhältnissen seine oben angegebene Stellung bewahrt. Auf zwei Fuss Distanz erscheinen die beiden falschen Bilder des senkrechten Streifens dessen wahrem Bilde noch mehr genähert, ihre beiden Enden sind verschwommen. Die übrigen drei Streifen verhalten sich wie bei einer Entfernung von 3′, nur ist der Abstand des untern falschen Bildes von dem wahren auf ½″ verkürzt. Wenn der Kranke längere Zeit die Streifen fixirt, so verschwimmen das wahre und das obere falsche Bild zu Einem Bilde, der Kranke sieht nun doppelt. — Auf einen Fuss Entfernung hat der senkrechte Streifen nur nach links ein schattenähnliches graues Nebenbild, und dieses steht mit seinem obern Ende etwas tiefer, als das wahre Bild. Der wagrechte und der nach links aufsteigende schräge Streifen erscheinen in zwei sehr deutlichen Doppelbildern, von denen das falsche nach unten und etwas nach links verschoben, in einem Abstande von zwei Linien liegt. Der nach rechts aufsteigende Streifen erscheint doppelt, das Nebenbild aber mehr genähert, eine nothwendige Folge der Unveränderlichkeit des Hauptschnittes bezüglich seiner Richtung und der Grösse des Bilderabstandes von 2‴. — Auf 2½ Zoll Entfernung sieht der Kranke alle vier Streifen einfach, doch selbst in dieser kleinen Distanz ohne scharfe Ränder. Die Experimente bezüglich der Stellung und Lage des Hauptschnittes bei verschiedenen Neigungen des Kopfes ergaben keine bestimmten Resultate, wegen der ungemeinen Lichtschwäche der Nebenbilder und leichten Ermüdung des kranken Auges. Durch Convexbrillen von weiterem Focus sieht der Kranke fast wie mit freiem Auge. Linsen von 14″—6″ positiver Brennweite rücken die Doppelbilder weit aus einander und machen sie minder deutlich. Concavgläser von hohen Numern haben auf die gegenseitige Entfernung der Doppelbilder sehr wenig oder gar keinen merklichen Einfluss. Mit einem Glase von sechs Zoll negativer Brennweite aber nimmt der Kranke noch auf 1½ Fuss Distanz alle vier Streifen einfach und scharf begrenzt aus, auf grössere Ferne treten dann die Nebenbilder hervor. Durch ein rundes ¾‴ im Durchmesser haltendes Loch in einem schwarzen Schirme erkennt der Kranke noch auf neun Fuss Entfernung das Papier und die Streifen, letztere evident einfach, aber trübe, ohne scharfe Begrenzung. Auf 4′—5′ Distanz erscheint der senkrechte Streifen noch sehr unbestimmt, die übrigen drei Streifen aber schon sehr scharf begrenzt und einfach. Kleinere Löcher machen dem Kranken das Gesichtsfeld zu trübe, ein Loch von ¾‴ Durchmesser lässt ihm die Streifen jedoch wie mit freiem Auge, je nach der Entfernung doppelt oder dreifach erkennen. Dasselbe gilt von einem verticalen nicht zu feinen Spalte, durch einen horizontal vor das Auge gehaltenen Spalt sieht der Kranke aber nicht nur sehr scharf und deutlich, sondern auch in jeder Entfernung einfach. Versuche mit Turmalinen mussten wegen der Lichtschwäche der subjectiven Bilder nur sehr unbestimmte Resultate liefern. Eine 10—12 Fuss entfernte Kerzenflamme in einem ganz finsteren Zimmer sieht der Kranke in 14—20 Bildern, welche sämmtlich sehr klein, hell und ziemlich scharf begrenzt sind. Sie umgeben kranzartig eine hell erleuchtete Scheibe elliptischer Form, und die lange Axe dieser Ellipse ist in einem kleinen Winkel vom Lothe nach rechts geneigt. Die grössten Durchmesser der einzelnen Flammenbilder sind sämmtlich der langen Axe der Ellipse parallel. Durch das ¾‴ im Durch-

messer haltende Loch im schwarzen Schirme erscheint die Kerzenflamme einfach und scharf begrenzt. Leider habe ich bezüglich der Flammenbilder keine Versuche mit Spaltöffnungen angestellt, und auch Experimente mit Turmalinplättchen bezüglich der Azimuthe der einzelnen Bilder der Kerzenflamme versäumt, indem der Kranke unvermuthet seine Entlassung aus dem Spitale verlangt hatte, ehe ich zu diesen Untersuchungen schreiten konnte.

V. Fall. Ein Mädchen von 17 Jahren und gesundem, wenn auch etwas schwächlichem Aussehen wurde auf dem linken Auge vor zwei Jahren erfolglos am grauen Staare operirt, indem sich durch iritisches Exsudat die Pupille fast gänzlich geschlossen hatte, und nur ein geringer Grad von Lichtempfindung zurückgeblieben war. Die Katarakta des rechten Auges wurde im heurigen Jahre discindirt, doch erst nach mehrmaliger Wiederholung der Operation gelang es, die Katarakta zur Aufsaugung zu bringen, und so die Pupille für Lichtstrahlen durchgängig zu machen. Gegenwärtig findet man bei völliger Normalität der Cornea die Iris in einer ebenen Fläche ausgespannt, weit von der Hornhaut abstehend, die Vorderkammer daher weit. Der Pupillarrand ist gewöhnlich enge zusammengezogen, reagirt aber lebhaft auf jeden Wechsel der das Auge treffenden Lichtmenge. Auf seinem unteren Segmente sitzt ein mohnsamengrosses Klümpchen gelblichen erstarrten iritischen Exsudates, welches alle Bewegungen des ringsum freien Pupillarrandes mitmacht. Die Pupille ist ganz rein und schwarz, bei einiger Weite derselben findet man den obern und äussern Theil der Pupillarperipherie von einem mondsichelförmigen grauen, trüben Saum verengt, welcher sich leicht als ein bei der Operation stehengebliebener, durch Auflagerung getrübter Rest der Kapsel erkennen lässt, das Sehvermögen aber durchaus nicht zu beeinträchtigen vermag. — Das Auge ist doppelt- und mehrfachsehend, wie meine zahlreichen Experimente mit der Kranken herausstellten. Auf 4½' Entfernung erkennt die Kranke das Papier, durchaus aber die Streifen nicht. Auf vier Fuss Distanz erkennt sie den horizontalen Streifen in einem sehr unbestimmten Bilde, die übrigen drei Streifen werden noch nicht wahrgenommen. Auf 2½' Entfernung erkennt sie aber bereits alle vier Streifen, sie erscheinen bei senkrechter Haltung des Kopfes theils einfach, theils doppelt, und die Doppelbilder sind vollkommen gleichartig. Von den objectiven Farben der Streifen erkennt sie auf die gegebene Distanz nur die hellgelbe, alle andern Farben erscheinen ihr grau, sowohl im wahren als im falschen Bilde. Der Hauptschnitt der Doppelbilder bildet mit der senkrechten Kopfaxe einen nach oben und rechts geöffneten Winkel von 30°—40° und der gegenseitige Abstand der Doppelbilder ist, bei einer Entfernung des Objectes von 2½ Fuss, 3 Linien. Der nach rechts aufsteigende schräge Streifen erscheint demnach einfach; sein rechtes oberes Ende um ¼''' verlängert, die andern drei Streifen werden aber doppelt wahrgenommen. Der Zwischenraum zwischen den Doppelbildern ist weiss, und die Bilder selbst ohne farbige Säume. Bei grösserer Annäherung des Auges an das Object treten die Doppelbilder aus einander; das falsche wird lichtschwächer und verschwindet dann ganz. Auf 15'' Distanz erscheinen sämmtliche Streifen einfach, in ihrer objectiven Farbe, ohne Farbensäume, aber mit verwaschenen Rändern. Neigt die Kranke bei 2½ Fuss Entfernung vom Objecte den Kopf nach rechts gegen die Achsel, so sieht sie den nach rechts aufsteigenden schrägen Streifen einfach, nach beiden Seiten hin aber verlängert, während alle übrigen Streifen fünffach erscheinen. Das mittelste Bild ist das lichtstärkste, am deutlichsten begrenzte, die zu beiden Seiten desselben stehenden Streifen sind durch einen 2''' breiten Zwischenraum getrennt, viel lichtschwächer und minder scharf begrenzt, die äussersten zwei falschen Bilder stehen bei 4''' von dem mittelsten wahren Bilde ab, und sind sehr schwach gezeichnet, doch ganz deutlich wahrnehmbar. Sämmtliche fünf Bilder laufen einander stets parallel und eine durch gleichnamige Endpunkte aller fünf Bilder gelegte gerade Linie würde mit der jeweiligen Stellung der senkrechten Kopfaxe einen nach rechts offenen Winkel von 45° bilden. Neigt die Kranke den Kopf nach links in einen Winkel von 45°, so erscheint der senkrechte Streifen einfach, jedoch nach beiden Seiten verlängert, und die fünf Bilder der übrigen drei Streifen stehen so über einander, dass der Hauptschnitt relativ zu den Rändern des Papierblattes senkrecht, relativ zur senkrechten Kopfaxe aber

in einem Winkel von fast 45° nach rechts abgeneigt zu stehen kömmt. Durch eine Convexbrille von $3^1/_2''$ Brennweite sieht sie auf 4' Entfernung den nach rechts aufsteigenden Streifen einfach und scharf begrenzt, den senkrechten, wagerechten und den nach links aufsteigenden schrägen aber in zwei sehr lichtstarken, einander fast berührenden, beinahe scharf begrenzten Doppelbildern. Durch eine Brille von 3'' positiver Brennweite sieht sie auf 2'—4' Distanz alle vier Streifen einfach, in natürlicher Farbe und scharf begrenzt. Schwächere Convexbrillen haben denselben Effect, als sehe die Kranke mit freiem Auge (d. i. nach der Angabe der Patientin). Durch concave Brillen ist die Wahrnehmung der Streifen ganz aufgehoben. Durch ein rundes Loch von $^1/_3$ Linie Durchmesser erscheinen ihr die Streifen bald einfach, bald doppelt, bald dreifach, und es scheint, als ob der Grund davon der sei, dass die den Schirm haltende Hand durch unwillkürliche sehr geringe Bewegungen (durch Zittern) und sofortige Verschiebung des in den Schirm gebohrten Loches die Pupille mehr oder weniger verdecke, denn durch ein sehr feines Löchelchen sieht die Kranke alle Streifen einfach und scharf begrenzt. Durch einen $^1/_2$ Linie breiten und 3''' langen perpendiculär gestellten Spalt sieht die Kranke den nach rechts aufsteigenden Streifen einfach, alle übrigen doppelt oder dreifach. Wird der Spalt so gestellt, dass er 45° nach links von dem Lothe abweicht, so erscheinen entweder alle vier oder aber bloss der nach rechts aufsteigende Streifen einfach, die andern drei doppelt oder dreifach; steht der Spalt aber horizontal, so sieht die Kranke die Streifen in unzählig vielen Bildern, die sehr lichtschwach und nur mit Mühe zu erkennen sind. Bei der geringsten Verschiebung des Schirmes durch die zitternde Hand werden die Bilder bald einfach, bald doppelt, bald dreifach gesehen. Ein sehr feiner Spalt, wenn er senkrecht auf die Richtung des Hauptschnittes vor das Auge gehalten wird, lässt immer nur Ein Bild erkennen, bei andern Stellungen bald zwei, bald fünf. Sehr merkwürdig sind die Ergebnisse meiner Experimente mittelst des Turmalinplättchens. Steht dessen Axe senkrecht, so erscheinen die Streifen in Doppelbildern, mit dem der jeweiligen Entfernung des Objectes entsprechenden gegenseitigen Abstande der Doppelbilder und unveränderter Lage des Hauptschnittes. Dreht die Kranke das Turmalinplättchen aber um seine horizontale Axe nach links, so werden sämmtliche Streifen bei einer Neigung der Krystallaxe von 10° einfach gesehen. Dreht sie die Axe um weitere 10°, so erscheinen der senkrechte, wagerechte und der nach links aufsteigende schräge Streifen vierfach. Bei weiterer Drehung des Turmalins werden wieder alle Streifen mit Ausnahme des stets einfachen nach rechts aufsteigenden schrägen Streifens doppelt gesehen, und die Diplopie bleibt unverändert, bis die Krystallaxe mit dem wagerechten Durchmesser der Cornea einen nach links und unten offenen Winkel von 10° macht, wo abermals vierfaches Sehen auftritt. Bei weiterer Drehung von 10° werden alle Streifen einfach, und bei einer Neigung der Krystallaxe von 60° gegen den Horizont ist wieder Diplopie vorhanden. Bei weiteren Drehungen des Plättchens wiederholten sich die aufgeführten Erscheinungen.

III. Fremde Erfahrungen.

Prevost veröffentlichte den 16. Februar 1832 in der *Société de Physique et d'histoire naturelle* die Resultate seiner neunjährigen Beobachtungen an sich selbst. Man findet selbe in den von Gay Lussac und Arago redigirten *Annales de chémie et physique, tom. 51, p. 210.* Prevost ist auf beiden Augen diplopisch, doch sind die Erscheinungen im linken Auge minder ausgesprochen, daher sich seine Experimente fast ausschliesslich auf das rechte Auge beziehen. Er sieht auf seine gewöhnliche Leseweite von 8'' die Doppelbilder $^1/_2'''$ weit aus einander gerade über einander stehend, und berechnet daraus den Gesichtswinkel für beide auf 11 Minuten. Er bemerkt ausdrücklich, dass je nach den verschiedenen Stellungen der Objecte und des Auges zu einander bald dieses bald jenes der Bilder verschwinden kann,

und da jedes diplopische Auge, wenn auch im geringeren Grade, triplopisch ist, der Fall vorkommen könne, dass die wahrgenommenen zwei Bilder nicht stets dieselben sind. Wenn Prevost einen Schirm von oben herab vor das Auge senkt, so wird zuerst das obere Bild lichtschwächer, bis es endlich ganz verschwindet, während das untere Bild eine dunklere Färbung annimmt. Dasselbe bewirkt er durch Herabsenkung des obern Bildes, während durch Hinaufziehen des untern Bildes das untere Bild lichtschwächer wird, um endlich zu verschwinden. Wird als Object eine schwarze Linie auf weissem Grunde genommen, so erscheint der Zwischenraum zwischen beiden Doppelbildern gelb. Ist das Object gefärbt, so erscheinen oft in dem Bilde drei verschiedene Nuancen, und dieses geschieht, wenn die Doppelbilder nicht vollständig aus einander treten, sondern sich theilweise decken. Der Theil des Bildes, in welchem sich die Bilder decken, ist natürlich viel lichtstärker intensiver gefärbt, während zu beiden Seiten dieses Theils halb durchscheinende gleichfarbige, aber anders nuancirte Schatten wahrgenommen werden. Hält Prevost ein Convexglas nahe an das Object, so sieht er zwei Bilder ganz ähnlich wie mit freiem Auge. Nähert er jedoch das Brillenglas mehr dem Auge, so werden die Doppelbilder kleiner und kleiner, und fliessen bei einer gewissen Distanz des Glases und Objectes von dem Auge in Ein Bild zusammen, welches letztere jedoch nicht scharf begrenzt ist, sondern von nebligen Rändern umgeben scheint. Nähert er noch mehr das Glas dem Auge, so treten die Doppelbilder wieder aus einander, und zwar um so mehr, je näher das Glas dem Auge gerückt wird, doch stehen jetzt die Bilder horizontal neben einander und sind so unbestimmt, dass sie kaum wahrgenommen werden.

Babbage sieht nach den von Prevost (l. c. S. 212) mitgetheilten Daten die Doppelbilder vertical über einander, und die Erscheinung ist dieselbe, er möge mit einem oder mit beiden Augen das Object fixiren. Nach seiner Berechnung ist der Gesichtswinkel der Doppelbilder 12 Minuten. Das obere Bild ist lichtschwächer, nimmt aber an Deutlichkeit zu, wenn er sich unwohl fühlt, während unter solschen Umständen die gegenseitige Distanz der Doppelbilder unverändert dieselbe bleibt. Nahe gelegene Objecte erscheinen einfach mit unbestimmten Rändern. Der Horizont erscheint stets doppelt. Sterne nimmt Babbage zu undeutlich wahr, als dass er über die Verdopplung ihrer Bilder ein bestimmtes Urtheil abgeben könnte. Durch Löcher in Kartenblättern, ferner wenn er durch Herabziehen des Augenliedes den durch die Pupille ins Auge dringenden Strahlencylinder verkleinert, und durch Concavbrillen sieht er einfach. Seine Berechnungen des Winkelabstandes für Doppelbilder sehr ferner Gegenstände machen es sehr wahrscheinlich, dass derselbe für alle Entfernungen stets derselbe sei.

Steifensand (Gräfe's und Walthers Journal 23. Band, S. 80) ist selbst diplopisch, bei einem geringen Grade von Kurzsichtigkeit. Einen weissen Punkt von 3‴ Durchmesser auf schwarzem Grunde sieht er mit dem linken Auge auf einen Fuss Distanz schon mit verwaschenem Rande, und auf 15 Fuss Entfernung sind die Doppelbilder bereits so weit aus einander getreten, dass der Zwischenraum zwischen beiden $1^1/_2$‴ beträgt. Das Nebenbild steht nach rechts und unten von dem wahren, und ersteres erscheint minder scharf begrenzt, minder stark beleuchtet, als das letztere. Bei seitlicher Neigung des Kopfes drehen sich auch die beiden Bilder um eine perpendiculär auf ihre Fläche stehende Axe. Auf dem rechten Auge sind die Erscheinungen ganz analog, doch steht hier das rechte Bild etwas höher. Mit beiden Augen zugleich den Punkt fixirend sieht er gewöhnlich nur zwei Bilder, indem sich die Doppelbilder gegenseitig decken. (Bei der sich kreuzenden Lage beider Hauptschnitte ist dieses sehr sonderbar.) Doch sind beide Bilder sehr undeutlich, schwankend und verworren. Ganz so leicht wie bei einem Punkte, treten auch perpendiculäre weisse Streifen auf schwarzem Grunde in Doppelbildern aus einander, schwieriger aber wagrechte Streifen, deren Doppelbilder mehr Tendenz haben, seitlich aus einander zu weichen. Bei seitlicher Neigung des Kopfes sondern sich aber auch hier sogleich die Doppelbilder. Dunkle Bilder auf weissem Grunde sollen nicht so

deutliche Resultate geben. Je weiter er sich von dem Objecte entfernt, desto mehr treten die Doppelbilder aus einander, doch unter gewissen Beschränkungen, denn bei übermässigen Distanzen werden die Bilder undeutlich und verschwimmen im Nebel.

Szokalski (Prager Vierteljahrschrift 14. Band) hat es durch Übung dahin gebracht, dort, wo andere Personen in Folge einer mit der Entfernung des Gegenstandes nicht übereinstimmenden Accommodationsweite des Auges Zerstreuungskreise sehen, Doppelbilder auf der Netzhaut willkürlich zu erzeugen. Er kann die Zerstreuungskreise halbiren (?) und so alle Erscheinungen der Diplopie willkürlich hervorbringen. Fixirt er eine Nadel, so sieht er eine zweite, vor oder hinter der ersteren gelegene Nadel doppelt und durch das Vorschieben einer Karte verschwindet bald das diesseitige, bald das jenseitige Bild, je nachdem das Object des Doppelbildes näher oder ferner lag.

Steinfeld (nach Decondé, *Annal. d'ocul.*, 9. Band) ist myopisch und sieht mit jedem Auge alle Gegenstände doppelt, welche jenseits des Fernpunktes liegen. Das falsche Bild steht schief von aussen nach innen (?) von dem wahren Bilde und ist manchmal deutlicher als das wahre. Mit beiden Augen zugleich sieht Steinfeld vier sich gegenseitig deckende Bilder.

Decondé (*Annales d'oculistique*, 9. Band) sieht seit einigen angestrengten wissenschaftlichen Arbeiten entferntere Gegenstände doppelt. Eine biconcave Linse von 16″ Brennweite hebt die Diplopie auf. Trübes stürmisches Wetter, heisse Sommertage verschlimmern das Übel und nach andauerndem Lesen, Schreiben u. s. w., besonders wenn die Augen bereits zu drücken anfangen, sind die Erscheinungen der Diplopie mehr ausgesprochen. Oft sieht Decondé die Gegenstände anfangs einfach, sobald er sie aber fester fixirt, doppelt. Die Bilder sind um so deutlicher doppelt, je kleiner das Object ist, wahrscheinlich weil sich bei grösseren Objecten die Doppelbilder gegenseitig decken. Fast immer steht das falsche Bild weiter nach rechts, seltener nach links. Der Halbmond erscheint ihm doppelt, presst er aber die Lider zusammen, so erscheinen in einer verticalen Reihe drei, vier und mehrere Bilder, was jedoch auch bei nicht diplopischen Individuen der Fall sein soll.

Szokalski (l. c.) erzählt von einem 25jährigen Taglöhner, bei welchem, wegen centraler Hornhautnarbe mit Verwachsung der Iris, nach innen zu eine künstliche Pupille angelegt und der Staar durch Zerstückelung entfernt worden war. Der Kranke konnte gewisse Gegenstände genau erkennen, klagte jedoch über Doppelsehen. Eine schwarze Scheibe auf weissem Grunde sah er bis vier Fuss Distanz einfach, in gewissen Entfernungen, d. i. auf acht Fuss, fing der rechte Rand der Scheibe an schattig, undeutlich zu werden, und auf 16 Fuss Entfernung waren beide Bilder getrennt. Sie traten dann um so mehr aus einander, je grösser die Distanz des Objectes wurde, bis endlich die Umrisse des Nebenbildes in einem nebligen Schatten untergingen. In einem zweiten von Szokalski mitgetheilten Falle sah ein diplopischer Taglöhner einen 5″ langen, wagerecht auf einer schwarzen Tafel angehefteten Papierstreifen auf 12 Fuss Distanz in zwei wagerechten Bildern, deren unteres mit seinem rechten Ende etwas weiter hervorstand. Bei perpendiculärer Stellung des Streifens standen die Doppelbilder senkrecht über einander, das linke ragte weiter nach oben, das rechte weiter nach unten hervor. Wurde der Streifen in einen Winkel von 45° zum Horizonte in eine gegen links aufsteigende schiefe Richtung gebracht, so sah der Kranke bloss einen, jedoch viel längern Streifen. Die darauf notirten fünf Zollstriche waren zehn geworden. Je mehr der Patient sich von der Tafel entfernte, desto länger wurde die Linie und die schwarzen Zollstriche deckten sich so, dass der Streifen jetzt in 6 gleiche Theile getheilt zu sein schien. Wurde statt des Streifens ein weisses Bändchen genommen, und in einen Winkel von 45° gegen den Horizont auf der Tafel aufgeheftet, so dass es von unten und links nach oben und rechts aufstieg, so erschien das obere der beiden Bilder weiss, das untere bläulich und der Zwischenraum röthlich. Wurde in derselben Richtung ein gelbes Bändchen angeheftet, so erschien das obere Bild blässer gelb, und der obere Rand des untern Bildes orange ein-

gefasst. Von den Doppelbildern eines blauen Bändchens erschien das untere weit dunkler als das obere. Die Doppelbilder rother Bändchen waren weit weniger von einander entfernt, als jene von andersfärbigen Bändchen. Wurden zwei rothe Bändchen aufgelegt, so sah der Kranke vier Streifen; zwei weisse Streifen erzeugten aber nur drei Bilder. Ein dritter von Szokalski angeführter Fall betrifft einen starken etwas kurzsichtigen Mann von 30 Jahren, der vor einem Jahre an Wallungen zum Kopfe gelitten hatte, in Folge deren sich undeutliches Sehen einstellte. Er sah mit dem linken Auge alle kleinen Gegenstände in wagerechter Richtung doppelt. Auf 15 Fuss Entfernung erschien ihm ein Papierstreifen in Doppelbildern, die 1‴ von einander entfernt standen. Der innere Rand der beiden Bilder war gelb, der äussere blau. Bei gelben Papierstreifen waren die innern Ränder der Doppelbilder orange, die äusseren grün. Convexgläser von 30″ Brennweite entfernten gegenseitig die Bilder, solche Brillen von 12″ Brennweite erzeugten fünf Bilder, deren mittelstes weiss, die andern vier blau waren. Durch Concavgläser von 60″ Brennweite wurden die Bilder einander genähert, mit Concavgläsern von 24″ Brennweite sah er einfach, mit solchen Gläsern von 11″ Focus erschienen drei Bilder, deren mittelstes blau, die zwei andern gelb waren. In einem vierten Falle hatte ein Musiklehrer, welcher myopisch war, anfangs nur einen Schatten neben den Objecten gesehen. Später aber hatte sich dieser Schatten zu einem dem wahren Bilde ganz analogen, falschen Bilde verdichtet. Der Kranke sah alsdann bis auf $3\frac{1}{2}$ Fuss Distanz einfach, weiter entfernte Gegenstände aber doppelt, und die Doppelbilder wichen um so mehr aus einander, je weiter sich der Kranke von dem Objecte entfernte, verloren aber verhältnissmässig an Deutlichkeit ihrer Farben und Umrisse, und liessen sich auf 20′ Entfernung nicht mehr erkennen.

Heyfelder (*Annales d'oculist.*, 1. Band) hat drei Fälle von Monodiplopie veröffentlicht. Zwei davon betreffen Uhrmacher, von denen einer die Doppelbilder über einander, der andere neben einander wahrnahm. Sein dritter Fall betraf einen Negocianten, der ein sitzendes Leben führte, und eine sehr starke Lorgnette gebraucht hatte. Bei allen drei Individuen war bloss das rechte Auge afficirt.

Roosbroek (*Annales de la société des sciences med. et nat. de Bruxelles 1848*) erzählt von einer Dame, in deren rechtem Auge sich eine Katarakte bildete, welche erst durch eine sehr schwache bräunliche Trübung erkennbar war. Sie sah die Kerzenflamme in vierzehn Bildern, welche den 8.—10. Theil des Durchmessers der objectiven Flamme hatten, und in Gestalt einer Pyramide aufgestellt waren. Die falschen Bilder verschwanden augenblicklich, wenn die Kranke durch biconcave Gläser sah, es erschien dann ein einziges Bild von natürlichem Durchmesser und scharfer Begrenzung.

Guepin (*Annal. d'oculist.*, 6. Band) führt unter mehreren andern auch den eines greisen Doctors an, welcher an einer leichten Trübung beider Linsen litt, und in der Nähe sehr gut zum Lesen sah, ferne Gegenstände aber ganz confus wahrnahm. Fixirte er ein Object nur mit Einem Auge, so sah er in der Mitte des Gesichtsfeldes einen dunklen Ring, der ringsum von einer Anzahl sehr reiner und deutlicher Bilder des Objectes eingefasst war.

Ich übergehe die übrigen in den ophthalmologischen Schriften zerstreuten Fälle von Doppelt- und Mehrfachsehen, indem sie so oberflächlich untersucht und mit so unbestimmten Umrissen gezeichnet sind, dass sie zur Begründung einer Lehre von dem fraglichen Übel absolut unbrauchbar erscheinen. Ich will in dem Folgenden versuchen, die in den angeführten Fällen enthaltenen Daten zusammenzufassen, und so ein Bild zu entwerfen, welches den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse über Diplopia und Polyopia monocularis in möglichst scharfen Zügen abspiegelt, zugleich aber die Lücken erkennen lässt, deren Ausfüllung späteren Untersuchungen vorbehalten bleibt.

IV. Fundorte.

Es findet sich die Diplopie und Polyopie nur in Augen, in denen der Accommodationsapparat ungewöhnlich starke und andauernde Anstrengungen zu machen und den dioptrischen Apparat für Entfernungen einzurichten gezwungen war, bei denen die Vereinigung sämmtlicher Lichtstrahlen bei geringen Intentionen hinter die Netzhaut fällt. Dass dieses bei sehr nahen Gesichtsobjecten der Fall ist, ist allgemein bekannt, der Accommodationsmuskel muss hier alle Kraft aufbieten, um die Linse in die entsprechende Distanz von der Netzhaut nach vorne zu schieben; ein Gleiches gilt von den durch Teleskope, Mikroskope, durch übermässig scharfe Concavbrillen ins Auge gelangenden Lichtkegeln. Aber auch in Augen, deren Linse durch Operationen entfernt worden ist, kommt ein derartiges Verhältniss vor, das Auge ist nur für grosse Distanzen sich anzupassen fähig; die von einigermassen genäherten Objecten zum Auge gelangenden Strahlen werden nie vollständig und nur unter grossem Kraftaufwande zu einem undeutlich begrenzten nebligen Bilde auf der Netzhaut vereinigt. Operirte mit passenden Staargläsern werden nach meinen jetzigen Erfahrungen nicht diplopisch, indem ihnen die Brille die übermässige Anstrengung des Accommodationsmuskels entbehrlich macht; leicht einzusehen ist aber die Grösse der Aufgabe für dieses Organ bei Leuten, die, der Linse beraubt und keine Staarbrillen besitzend, fast ununterbrochen durch ihre Beschäftigung zur Betrachtung der sie zunächst umgebenden Objecte gezwungen sind. Aber auch unwillkürliche Contractionen des Accommodationsmuskels erzeugen Diplopie und Vervielfältigung der Bilder. Es ist die krampfhafte Zusammenziehung des von Brücke als Muskel erkannten Ciliarligamentes bei Lichtscheue so ziemlich constatirt, und meine Versuche mit Straboten haben es herausgestellt, dass in allen Fällen, in denen der Strabismus Folge der Contractur eines vom dritten Nervenpaare versorgten Augenmuskels ist, auch der Ciliarmuskel durch Verkürzung der Sehweite seine abnorme Spannung zu erkennen gebe. Dadurch vereinbaren sich nun alle Fälle von Diplopie, welche bei lichtscheuen Individuen, bei Straboten, bei Kataraktösen, bei linsenlosen Leuten, bei Myopen vorgekommen sind, leicht unter einem und demselben Gesichtspunkte, das Auftreten der Diplopie erscheint gebunden an übermässige und andauernde Intentionen des Accommodationsapparates. Auch jene Fälle von Diplopie, welche mit Trübungen, der Hornhaut, der Linse u. s. w. vergesellschaftet beobachtet wurden, sind einer derartigen Behauptung nicht entgegen, denn es ist Thatsache, dass das Auge bei gegebenen Hindernissen für den Durchgang der Lichtstrahlen diesen Mangel durch Anstrengungen seines Muskelapparates zu ersetzen strebt, selbst wenn derartige Thätigkeiten den Gesetzen der Optik nach ein deutlicheres Sehen zu veranlassen nicht fähig wären; ich erinnere hier bloss an die Anstrengungen, welche das Auge macht, um kleine Gegenstände in der Dunkelheit zur Wahrnehmung zu bringen. Spätere Erörterungen werden es herausstellen, auf welche Art und Weise die Thätigkeit des Ciliarmuskels eine Verdoppelung und Vervielfältigung der Netzhautbilder zu bedingen fähig werde.

V. Die Stellung der Bilder.

Unter den so eben angeführten Bedingungen werden statt Einem Bilde zwei, drei, fünf oder eine grosse Anzahl wahrgenommen. Diese Bilder gleichen in Bezug auf ihre Gestalt einander vollkommen, doch zeigen die Nebenbilder oft einige Differenzen in Rücksicht auf Grösse, Farbe und Begrenzung. Ist bloss Ein Nebenbild gegeben, so ist seine Stellung zum Hauptbilde in jedem einzelnen Auge wohl eine ganz bestimmte, doch in verschiedenen Fällen eine sehr verschiedene; es gibt keinen Punkt rings um das wahre

Bild, auf welchem das falsche Bild in einem Falle nicht auftreten könnte. Sind aber zwei falsche Bilder gegeben, so liegen sie nach den bisherigen Erfahrungen jederzeit an zwei einander gerade entgegengesetzten Seiten des Hauptbildes, und bei vier Nebenbildern steht das wahre Bild stets in der Mitte, so dass zwei und zwei Nebenbilder an einander entgegengesetzten Seiten des Hauptbildes zu liegen kommen. Sechs, acht u. s. w. Nebenbilder sind bisher noch nicht beobachtet worden, wohl aber eine grössere Anzahl derselben, gewöhnlich sind es nach den bisherigen Erfahrungen 16, und diese liegen immer rings um das wahre Bild, so dass das letztere von einem elliptischen Kranze von Bildern umgeben erscheint. In Roosbroek's Falle formirten die falschen Bilder nach der Angabe des Kranken eine Pyramide, gewichtige Gründe bestimmen mich jedoch eine Täuschung der Patientin zu vermuthen und zu glauben, die Nebenbilder seien in einer sehr gestreckten Ellipse aufgestellt gewesen, deren untere Hälfte wegen grosser Lichtschwäche der sie zusammensetzenden Bilder nicht wahrgenommen wurde.

Sind ein, zwei, vier Doppelbilder gegeben, so sind sie in allen Fällen so gelagert, dass sich alle entsprechenden Punkte der Neben- und des Hauptbildes stets durch eine gerade Linie, den Hauptschnitt, verbinden lassen, dessen Stellung zur verticalen Kopfaxe in verschiedenen Fällen verschieden, in jedem einzelnen Falle aber eine ganz constante ist, so zwar, dass der Hauptschnitt und die verticale Kopfaxe auf eine Ebene projicirt bei demselben Individuum unter allen Verhältnissen denselben Winkel einschliessen. Neigt sich die senkrechte Axe des Kopfes nach der rechten Schulter, so rückt der Hauptschnitt um eben so viel Grade nach rechts; neigt sich der Kopf gegen die linke Schulter, so beschreibt der Hauptschnitt eine Anzahl Grade eines Kreisbogens nach links; es besteht also ein gewisses Verhältniss zwischen der jeweiligen Lage der Doppelbilder und der senkrechten Kopfaxe, genauer ausgedrückt, mit der Lagerung des Auges in der Orbita. Die Lageveränderung des Hauptschnittes ist ähnlich den Bewegungen eines Uhrzeigers; das auf dem wahren Bilde aufstehende Ende desselben ist der fixe Punkt, um den herum sich der Hauptschnitt als Radius eines Kreises bewegt. Es ist klar, dass, wenn mehr als ein Nebenbild gegeben ist, die an entgegengesetzten Seiten des Hauptbildes gelegenen Nebenbilder sich nach entgegengesetzten Richtungen bewegen, denn sonst müsste der durch sämmtliche gleichnamige Punkte aller Bilder gelegte Hauptschnitt nothwendig eine winkelige Biegung annehmen, was nicht der Fall ist.

Der Winkel, den der Hauptschnitt der Doppelbilder mit der senkrechten Kopfaxe bei Projection beider auf Eine Ebene einschliesst, hat in meinem 2., 4., 5. Falle 45 Grad und ist nach rechts und oben geöffnet. In meinem 1. und 3. Falle, in Steinfeld's, in Szokalski's zweitem Falle ist der Winkel aber nach oben und links offen. In meinem linken Auge, in Prevost's und Babbage's Auge, so wie in dem einen Heyfelder'schen Falle steht der Hauptschnitt vertical, in dem zweiten Heyfelder'schen und dem dritten Falle Szokalski's wagrecht. In Steifensand's Auge ist der Winkel nach rechts und unten geöffnet. Decondé will das Nebenbild fast immer nach rechts, selten nach links beobachtet haben, was wohl der Behauptung einer Unabänderlichkeit der Stellung des Hauptschnittes widerspricht, doch steht bei der Ungenauigkeit seiner Untersuchungsmethode, bei der leichten Verwechslung des wahren und falschen Bildes, bei dem Einflusse der jeweiligen Lage der senkrechten Kopfaxe die Lösung dieses Räthsels in einer stattgehabten Täuschung zu vermuthen. Wichtiger ist Prevost's Angabe, nach der bei Annäherung eines Convexglases an das Auge das vertical über dem Hauptbilde stehende Nebenbild sich in eine wagerechte Linie zu dem erstern stellte. Diese Ausnahme weiss ich bis jetzt nicht zu deuten.

Der Umstand, dass im Falle beide Augen diplopisch sind und ein Object mit beiden fixirt wird, nicht drei Bilder, sondern nur zwei gesehen werden, stellt es mit Bestimmtheit heraus, dass in solchen Fällen die Hauptschnitte in beiden Augen einen gleichen Winkel mit der senkrechten

Kopfaxe einschliessen, jedoch nach entgegengesetzten Seiten, denn nur so ist es möglich, dass die Nebenbilder in beiden Netzhäuten identische Stellen treffen und dem Gehirne den Eindruck eines einzigen Nebenbildes mittheilen.

Anscheinend andern Gesetzen unterworfen, zeigen sich für den ersten Augenblick die Nebenbilder bei Polyopie. Es ist die Analogie dieser Bilder mit den Nebenbildern bei Diplopie, Triplopie, Pentalopie aus Mangel an ganz genauen Untersuchungen bis jetzt noch nicht nachweisbar. Ich glaube mich aber nicht zu täuschen, wenn ich auch für diese Erscheinungen ganz ähnliche Gesetze voraussetze, und je zwei einander gerade entgegengesetzte Bilder als in wechselseitiger Relation bestehend betrachte, so zwar, dass hier je nach der Anzahl der Nebenbilder eine Menge von Hauptschnitten existirt, deren Jeder zwei einander diagonal entgegengesetzte Bilder in dem elliptischen Kranze mit einander verbindet und das Centrum des Hauptbildes schneidet. Für 16 Nebenbilder hätte man also 8 Hauptschnitte, die sämmtlich durch das Hauptbild gehen, und wahrscheinlich in ganz bestimmten unwandelbaren Verhältnissen zu einander, und in constanten Winkelabständen zu der senkrechten Kopfaxe stehen. Die Schwierigkeit in der Beweisführung für diese Ansicht liegt hauptsächlich in der leichten Verwechslung der einzelnen Bilder unter einander. Es ist beinahe unmöglich, deren Kreisbewegung um das Hauptbild bei Seitenbewegungen des Kopfes bestimmt zu beobachten. Indessen dürften hier die Lageveränderung der langen Axe in der Bilderellipse bei Seitenwendungen des Kopfes, die Versuche mit Spaltöffnungen und deren Verschiebungen, so wie mit Polarisations-Instrumenten sehr leicht zur gewünschten Aufklärung führen.

VI. Gesichtswinkel der Bilder.

Von ausserordentlicher Wichtigkeit ist auch die jeweilige Entfernung der Nebenbilder von dem Hauptbilde, schon Prevost und Babbage haben dieselbe aus der Grösse des Gesichtswinkels, unter welchem beide Bilder gegenseitig zu einander wahrgenommen werden, mittelbar bestimmt, dieser betrug bei Babbage 12′, bei Prevost 11′. Babbage hatte sich zu dieser Berechnung eines, am Meeresufer stehenden Felsens bedient, dessen Doppelbilder er durch landeinwärtige Entfernung von demselben so weit aus einander rückte, dass der Fuss des Felsens im Nebenbilde gerade auf der Spitze des Felsens im wahren Bilde aufsass. Aus der bekannten Höhe des Felsens und der bekannten Entfernung von dem Felsen fand er nun die Grösse des Sehwinkels und zugleich die Grösse der Entfernung beider Bilder. Er vermuthet, dass der Winkel unter allen Entfernungen ein ganz gleicher sei, oder was dasselbe ist, dass der Abstand beider Bilder mit der Entfernung des Objectes im geraden Verhältnisse wachse.

Meine Erfahrungen stellen aber heraus, dass die Grösse des Winkels, unter welchem die Doppelbilder wahrgenommen werden, bei demselben Individuum und bei gleicher Distanz des Objectes nicht immer dieselbe sei, es geht aus meinen Beobachtungen vielmehr hervor, dass die Grösse des Winkels auch von der jeweiligen Accommodationsweite des diplopischen Auges abhänge und mit der Hereinrückung des Fernpunktes wachse. Man kann sagen, der gegenseitige Abstand beider Doppelbilder wachse und falle mit der Differenz zwischen der jeweiligen Distanz des Fernpunktes und der Entfernung des Objectes vom Auge. Bleibt die Accommodationsweite des Auges dieselbe, so ändert sich auch der Winkel nicht, unter dem die Doppelbilder gesehen werden, und der gegenseitige Abstand der Doppelbilder wächst bloss mit der Entfernung des Objectes; bei gleicher Entfernung wird aber der gegenseitige Abstand der Bilder und mit ihm der genannte Winkel um so mehr vergrössert, als der Fernpunkt des Auges genähert wird, je kurzsichtiger das Auge wird. Entsprechend diesen Verhältnissen kann daher auch durch willkürliche Verkürzung der Sehweite bei gleichbleibender Distanz der Objecte der Winkel vergrössert werden,

unter welchem die Doppelbilder erscheinen, es treten dieselben um so mehr aus einander, als durch willkürliche Intentionen des Accommodationsapparates die Krystall-Linse für kürzere Distanzen eingestellt wird.

Diese willkürliche Verkürzung der Sehweite gelingt für Augenblicke bei nur einiger Übung im Experimentiren sehr leicht, ohne dass es dabei nöthig wäre, ein zweites Gesichtsobject gleichzeitig mit dem in Doppelbildern wahrgenommenen Gegenstande zu fixiren. Anders aber ist es, wenn dieser Zustand des Auges fixirt werden soll. Jeder, der solche Versuche gemacht hat, wird beobachtet haben, dass es sehr schwierig sei, ohne Fixation eines zweiten Objectes den Accommodationsapparat für eine kürzere Distanz *dauernd* einzustellen, während er gleichzeitig das Bild eines fernern Objectes im Auge behält. Man findet stets bei derartigen Experimenten, dass das fernere Object bald deutlicher, bald nebliger wahrgenommen wird, und es etablirt sich ganz wider den Willen des Experimentators ein gewisses Schwanken in dem Bilde des fernen Objectes zwischen grösserer und geringerer Intensität seiner Beleuchtung, schärferer und unbestimmterer Begrenzung seiner Umrisse; kurz gesagt, mit solchen willkürlichen Verkürzungen der Sehweite ohne Fixation eines nahen Objectes stellt sich eine Art oscillirender Veränderung in der Accommodationsweite ein, und diese Schwankungen sind um so auffallender, je grösser die Differenz zwischen der intendirten Accommodationsweite und der Distanz des ferneren Objectes ist. Diese Oscillationen beobachten eine Art Rhythmus, der jedoch nicht ganz gleichmässig, bald schneller, bald langsamer ist und oft für Momente ganz unterbrochen wird, im Allgemeinen aber die grösste Ähnlichkeit mit dem Rhythmus der Bewegungen des Pupillarrandes der Iris erkennen lässt, wenn das Auge für sehr glänzende oder übermässig kleine und nahe Objecte eingestellt wird. Ganz entsprechend diesen Schwankungen in der willkürlich ohne Fixation eines nahen Objectes verkürzten Sehweite werden nun mitunter auch Oscillationen der Doppelbilder im diplopischen Auge wahrgenommen, und dieses Phänomen tritt besonders gern nach sehr intensiven Anstrengungen des Auges auf. Es kann unter solchen Verhältnissen oft ganz willkürlich hervorgebracht werden, wenn das Auge bei Fixation des objectiven Streifens rasch für sehr kurze Distanzen accommodirt wird. Es nähert sich dann das falsche Bild dem wahren, und entfernt sich wieder von demselben, es oscillirt in der Richtung des Hauptschnittes auf und nieder, die Grösse dieser Excursionen beträgt bei einem Abstand beider Doppelbilder von 1″ aber niemals mehr als 1—2 Linien. Der Rhythmus dieser Bewegungen des falschen Bildes lässt über deren directen Zusammenhang mit den Schwankungen in der intendirten Accommodationsweite absolut keinen Zweifel zu. Es dürfte die Abhängigkeit des Sehwinkels, unter dem die Nebenbilder relativ zum Hauptbilde im diplopischen Auge gesehen werden, von der jeweiligen Differenz zwischen der Accommodationsweite des Auges und der Distanz des Objectes nach dem so eben Erörterten also in Evidenz gesetzt sein, es erübrigt nur noch *das Verhältniss zu bestimmen, in welchem eben diese Differenz mit der Winkelgrösse steht.*

Mathematisch genaue Resultate lassen sich bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse durchaus nicht erzielen. Directe Messungen des Winkels durch an Sextanten befestigte Fernröhre sind unmöglich, indem bei richtiger Einstellung des Fernrohres die Doppelbilder in Eines vereint werden. Berechnungen des Winkels unterliegen aber grossen Schwierigkeiten, indem uns noch immer einer der wichtigsten Anhaltspunkte mangelt, nämlich die Kenntniss des optischen Mittelpunktes im dioptrischen Apparate des Auges. Ohne genaue Bestimmung der Lage dieses Punktes ist es ganz unmöglich, die Höhe jenes gleichschenkeligen Dreiecks anzugeben, welches von den im optischen Mittelpunkte sich kreuzenden Axenstrahlen gebildet wird, und mit seiner Basis auf der Netzhaut aufsteht. Mit der Unmöglichkeit dieser Bestimmungen fällt aber auch die Möglichkeit, die Grösse der Netzhautbilder bei verschiedener Distanz des Objectes mathematisch genau zu erörtern und das Verhältniss zu eruiren, in welchem der Winkel,

unter welchem beide Doppelbilder gesehen werden, mit den Entfernungen des Gesichtsobjectes wächst oder abnimmt. Bei dem Mangel genauer wissenschaftlicher Daten dürften indessen annäherungsweise Bestimmungen nicht ganz ohne Werth sein, und ich glaube, man werde diesen den nachfolgenden Berechnungen nicht ganz abläugnen, um so weniger als sie mit Evidenz Babbage's Meinung widerlegen, als sei der Winkel, unter welchem die Doppelbilder im diplopischen Auge gesehen werden, für alle Distanzen und für alle Verhältnisse ein constanter unabänderlicher.

Ich sehe nach minder intensiven Anstrengungen des Auges die Doppelbilder des queren Streifens bei 4′ Ferne gerade über einander, sich gegenseitig berührend, das falsche Bild ist um die wahrgenommene Breite des objectiven Streifens, das ist um eine Linie, hinauf gerückt. Bei einer Distanz von 15′ steht das falsche Bild aber $^1/_2$″, d. i. um den dritten Theil der wahrgenommenen Länge des objectiven Streifens, über dem wahren Bilde. Bei Berücksichtigung der Krause'schen Messungen glaube ich keinen grossen Fehler zu begehen, wenn ich den Abstand des optischen Mittelpunktes von dem gelben Flecke der Netzhaut, somit die Höhe des oben erwähnten Dreieckes edf, (Fig. XII) auf 7‴.38 schätze. Bedenkt man, dass Beschränkung der Accommodationsthätigkeit des Auges eine Hautcomplication der Pleiopie ist, so ist leicht einzusehen, dass dieser Abstand bei den Distanzveränderungen der Objecte wenig oder gar keinem Wechsel unterworfen sei, die Höhe jenes Dreieckes sofort für alle Verhältnisse als eine gleichbleibende betrachtet werden könne.

Bei einer Entfernung von 4′ ist das von dem $1^1/_2$″ langen Streifen ac auf der Netzhaut erzeugte Bild ef wegen der Ähnlichkeit der Dreiecke adc und adf 0‴.2298 lang, denn nimmt man den optischen Mittelpunkt des Auges 2‴ hinter der Cornealoberfläche gelegen an, so ist

$$ef = \frac{ac \times dg}{db} = \frac{18 \times 7{\cdot}38}{576 + 2} = 0'''.2298.$$

Bei dieser Entfernung erscheinen mir aber unter den erwähnten Verhältnissen die entsprechenden Punkte der Doppelbilder um 1‴, d. i. um den 18. Theil der wahrgenommenen Länge des objectiven Streifens, von einander abstehend, es müssen demnach die Doppelbilder auf der Netzhaut um 0‴.01276 aus einander stehen. Bezeichnet man mit Beibehaltung obiger Figur den Zwischenraum beider Doppelbilder mit ef, so ist

$$\frac{ef}{2dg} = \text{tang. } {}^1/_2\, \alpha$$

wenn α den Gesichtswinkel bedeutet, unter welchem beide Bilder gesehen werden und

$$\alpha = 0^0, 5' \, 57''.$$

Die nachstehende Tabelle macht die Gesichtswinkel ersichtlich, unter welchen mein linkes, diplopisches Auge und die übrigen von mir beobachteten pleiopischen Augen die Doppelbilder wahrnehmen. Die Berechnungen wurden allenthalben nach dem vorstehenden Muster gemacht und ihre Richtigkeit steht im Verhältnisse zur Richtigkeit der Annahme des optischen Mittelpunktes des Auges in einer Entfernung von 7‴.38 vor dem Centrum der Netzhaut.

Fälle.		Distanz d. Objectes von dem optischen Mittelpunkte des Auges	Länge d. Netzhautbildes in Linien	Gegenseitiger Abstand der Bilder auf der Retina in Linien	Winkel, unter welchem die Bilder gesehen werden.
Mein linkes Auge nach geringer Anstrengung		578‴	0·2298	0·01276	0° 5′ 57″
		2162‴	0·06144	0·02048	0° 10′ 0″
Mein linkes Auge nach anhaltenden intensiven Anstrengungen		434‴	0·3060	0·0170	0° 7′ 55″
		866‴	0·1534	0·02556	0° 11′ 54″
		2162‴	0·06144	0·04096	0° 19′ 6″
1. Fall		722‴	0·1839	0·02043	0° 9′ 21″
		1730‴	0·07678	0·05118	0° 23′ 51″
2. Fall		578‴	0·2298	0·02554	0° 11′ 54″
		1298‴	0·1023	0·0682	0° 31′ 46″
3. Fall	rechtes Auge	506‴	0·2625	0·05834	0° 27′ 11″
		836‴	0·1588	0·05293	0° 24′ 40″
	linkes Auge.	2162‴	0·06144	0·04096	0° 19′ 6″
4. Fall (Triplopie)	für das obere Nebenbild	7 2‴	0·1839	0·05108	0° 23′ 50″
		578‴	0·2298	0·02533	0° 11′ 48″
		434‴	0·3060	0·0168333	0° 6′ 51″
	für das untere Nebenbild	722‴	0·1839	0·3678	2° 51′ 5″
		578‴	0·2298	0·3447	2° 40′ 3″
		434‴	0·3060	0·3060	2° 22′ 30″
		290‴	0·4580	0·15266	1° 11′ 5″
		146‴	0·9098	0·10109	0° 47′ 10″

Was von dem falschen Bilde bei der Diplopie gilt, gilt auch für das zweite Nebenbild in der Triplopie. Auch in Bezug auf dieses wächst der Winkel, unter welchem es zum Hauptbilde gesehen wird, mit der Grösse der Differenz zwischen der jeweiligen Accommodationsweite und der Distanz des Objectes, wie die Berechnungen des 4. Falles beweisen. Doch ist der Gesichtswinkel für das zweite Bild constant ein viel kleinerer, als für das erste Nebenbild. Es ist daher sehr leicht erklärlich, warum die Triplopie stets nur bei relativ grösseren Distanzen des Objectes und unter sehr gesteigerten Bedingungen zur Vervielfältigung der Bilder im Auge, bei sehr bedeutender Kurzsichtigkeit, auftrete, denn nur unter solchen Verhältnissen ist die Differenz zwischen der jeweiligen Accommodationsweite und der Distanz des Objectes, und in Folge dessen die Grösse des Sehwinkels der Bilder eine hinlängliche, um das zweite Nebenbild von dem Hauptbilde zu sondern.

Ob nun auch ein gleiches Gesetz für pentalopische Augen bestehe, ist durch directe Erfahrungen bis jetzt noch nicht nachgewiesen, ich zweifle jedoch keinen Augenblick daran. — Für den ersten Augenblick scheint zwar das Auftreten von vier Nebenbildern an andere Bedingungen gebunden, wenn man in meinem 5. Falle den Umstand berücksichtigt, dass eben die Verfünffachung des Bildes an die Seitwärtsneigung des Kopfes gebunden war, doch dürfte sich auch hier ein ähnliches Begründungsmoment herausfinden lassen, wie bei Triplopie. Es dürfte nicht schwer sein, auch hier das Hervortreten der vier Nebenbilder an eine Steigerung der Bedingungen zur Vervielfältigung der Bilder zu knüpfen, und deren Wahrnehmung als

Folge einer Vergrösserung der Differenz zwischen Accommodationsweite und Entfernung des Objectes zu betrachten, denn ein einfacher Versuch mit auf die Achsel gelegtem Kopfe wird Jedermann überzeugen, welche Anstrengung das Auge zu machen gezwungen ist, um unter solchen Verhältnissen ein Object zu fixiren. Das Auge ermüdet leicht und schmerzt, ein deutlicher Beweis der nicht unbedeutenden associirten Zusammenziehungen der Augenmuskeln, welche von den gleichen Nerven mit dem Accommodationsapparate des Auges versehen werden. Die tägliche Erfahrung lehrt es, dass jeder Mensch, sobald er sehr kleine und daher dem Auge sehr nahe zu haltende Objecte genau zu betrachten gezwungen ist, somit seinen Accommodationsmuskel stark intendirt, den Kopf pendelartig hin- und herbewegt, selbst wenn der Gegenstand eine einzige Fläche hat. Sollte die associirte Bewegung der Halsmuskeln bei übermässiger Intention des Accommodationsapparates in einem ähnlichen Verhältnisse beihelfend wirken, wie die trippelnde Bewegung der untern Extremitäten bei übermässiger Anstrengung des Sphincter vesicae et ani? Mir dünkt es nach Allem sehr wahrscheinlich. Steht aber der Accommodationsmuskel mit den Halsmuskeln in einem solchen Rapporte und sind forcirte Anstrengungen der letzteren im Stande den ersteren zu kräftigen Zusammenziehungen zu bestimmen, so lässt sich eine Veränderung der Accommodationsweite bei Seitwärtsneigungen des Kopfes nicht läugnen; es gilt auch hier der Satz, dass Pentalopie unter gesteigerten Bedingungen zur Diplopie auftrete und folgerecht der Sehwinkel der vier Nebenbilder mit der Differenz zwischen der Sehweite und der Distanz des Objectes in Abhängigkeitsverhältnissen stehe.

Noch weit mangelhaftiger sind unsere Kenntnisse über Polyopie, und annäherungsweise Bestimmungen der Sehwinkel der einzelnen falschen Bilder sind bis jetzt noch ganz unmöglich. Ein Wachsen des wahrgenommenen Abstandes der falschen Bilder von dem centralen Hauptbilde ist durch directe Beobachtungen noch gar nicht dargethan, doch ist es sehr wahrscheinlich aus dem Umstande, dass sich bei Anwendung zweckmässiger Brillengläser die falschen Bilder dem wahren nähern und bei ganz passenden Gläsern mit dem Hauptbilde zu Einem vereinen. Diese Thatsache lässt mit Grund mit vermuthen, dass auch hier in Bezug auf die Grösse des Sehwinkels der einzelnen falschen Bilder die Differenz zwischen der jeweiligen Accommodationsweite und der Distanz des Objectes eine sehr wichtige Rolle spiele. Sicher ist, dass der Gesichtswinkel für die verschiedenen falschen Bilder ein sehr verschiedener sei, denn sonst müssten die falschen Bilder um das wahre in einem Kreise gestellt erscheinen; sie formiren aber einen elliptischen Kranz, dessen lange Axe in einem ähnlichen constanten Lagerungsverhältnisse zur jeweiligen Stellung der verticalen Kopfaxe steht, wie der Hauptschnitt der Doppelbilder bei Diplopie. Aus der Stellung der falschen Bilder in Gestalt einer Ellipse um das wahre Bild ist ersichtlich, dass die in die Richtung der langen Axe fallenden falschen Bilder den grössern Gesichtswinkel für sich haben, dass dieser Winkel aber verhältnissmässig zur Grösse der Neigung abnehme, welche die bezüglichen Hauptschnitte der Nebenbilder zur kleinen Axe der Ellipse zeigen, und dass endlich der Gesichtswinkel für die in die Richtung der kleinen Axe der Ellipse fallenden Nebenbilder der relativ kleinste sei.

Nach dem bis jetzt Mitgetheilten dürfte eine Erklärung des Umstandes ganz überflüssig sein, warum bei Doppelt-, Dreifach- und Fünffachsehen einzelne Objectstreifen einfach erscheinen, während alle Andern Nebenbilder aufweisen, warum ich z. B. bei verticaler Richtung meiner senkrechten Kopfaxe den senkrechten Streifen einfach, alle andern in zwei bis drei Bildern sehe, und warum bei Neigung des Kopfes nach rechts um 45° der schräge, nach rechts aufsteigende, Streifen einfach, die übrigen Streifen doppelt wahrgenommen werden, warum Punkte unter jeder Neigung des Kopfes mit Nebenbildern auftreten. Es wird Jedermann leicht einsehen, dass dieses eine nothwendige Folge der unveränderlichen Beziehung der Lage des Hauptschnittes zur jeweiligen Stellung der senkrechten Kopfaxe sei, wodurch es geschieht, dass sich die Doppelbilder theilweise decken müssen, sobald der der Sehweite und der Distanz des Objectes

entsprechende Abstand der Doppelbilder ein geringerer, als die Grösse eines gewissen Durchmessers des Objectes ist, welcher Durchmesser gerade mit der, einer gewissen Neigung des Kopfes zugehörigen Richtung des Hauptschnittes zusammenfällt. Ist bei einer bestimmten Accommodationsweite und einer bestimmten Distanz des Objectes der wahrgenommene Abstand der Doppelbilder ein grösserer, als sämmtliche wahrgenommene Durchmesser des Objectes, so muss das Bild unter allen Neigungen des Kopfes von einem Nebenbilde begleitet sein. Ist der wahrgenommene Abstand der Doppelbilder ein geringerer, als ein Durchmesser des Objectes, welcher gerade mit der Richtung des Hauptschnittes zusammenfällt, so muss das Bild einfach aber eben in dieser Richtung verlängert erscheinen.

VII. Einfluss optischer Instrumente.

Ganz besonders wichtig in Bezug auf die Lehre vom Doppelt- und Mehrfachsehen mit Einem Auge ist das Verhalten der Nebenbilder bei Bewaffnung des Auges mit Brillen, Fernröhren und Mikroskopen. Durch keine anderen Versuche lässt sich mit solcher Evidenz die Abhängigkeit des Gesichtswinkels der Nebenbilder von der Differenz zwischen der Sehweite und zwischen der Distanz des Objectes darthun, als durch genaue Experimente mit den genannten optischen Instrumenten, denn aus diesen Versuchen stellt sich mit Gewissheit heraus, dass der Sehwinkel der Nebenbilder abnehme, wenn die gebrauchten Gläser die angegebenen Differenzen zu verringern im Stande sind, im Gegentheil aber wachse und selbst Drei- oder Fünffachsehen zu erzeugen im Stande sei, falls durch diese Apparate die Differenz zwischen der künstlich hervorgebrachten Accommodationsweite und der Distanz des Objectes vermehrt wird.

Der Einfluss, den die Anwendung von Brillengläsern auf die Grösse des Winkels ausübt, unter dem die Doppelbilder gesehen werden, erklärt sich nun sehr leicht aus der nachstehenden Betrachtung. Bei der Diplopie ist in der Regel Kurzsichtigkeit vorhanden, welche letztere Folge der Fixation der Linse in einer für das Nahesehen geeigneten Stellung ist, das Auge hat die Fähigkeit verloren, sich für grössere Distanzen zu accommodiren, die Linse steht zu weit nach vorn, als dass Strahlen aus entfernteren Objecten auf der Netzhaut zur Vereinigung kommen könnten. Nehmen wir nun an, das diplopische Auge sehe auf 12″ Distanz rein und scharf, und es werden somit Strahlen, aus dieser Ferne kommend, auf der Netzhaut zu scharfen Bildern vereinigt. Es sei ferner der optische Mittelpunkt des dioptrischen Apparates im Auge 7‴.38 von der Netzhaut entfernt und fixirt, eine Annahme, die wohl nicht für alle Fälle vollkommen richtig ist, die aber (nach Krause's Messungen und in Berücksichtigung der Massverschiedenheiten in verschiedenen Augen) als in einzelnen Fällen vorkommend, vorausgesetzt werden kann. Bezeichnet man mit f den Brennpunkt des dioptrischen Apparates, mit a die Vereinigungsweite der Strahlen hinter dem optischen Mittelpunkte und mit b die Distanz des Objectes vom optischen Mittelpunkte, so ist

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

d. i. der reciproke Werth der Brennweite ist gleich der Summe der reciproken Werthe der Vereinigungsweite der Strahlen und der Objectsdistanz. Aus obiger Gleichung folgt:

$$f = \frac{ab}{a+b} = 7'''.02.$$

Unter solchen Umständen ist die Brennweite des Auges 7‴.02. Ist der optische Mittelpunkt des Auges fixirt, so müssen die Strahlen aus unendlicher Ferne kommend 0‴.36 vor der Netzhaut zur Vereinigung in ein Bild gebracht werden. — Für eine Distanz des Objectes von 15′ ist

$$a = \frac{fb}{b-f} = 7'''.04.$$

Hier fällt die Vereinigungsweite der Strahlen schon näher der Netzhaut, indem sie 0‴.02 länger ist, als in vorigem Falle. Für eine Distanz von 4′ ist die Vereinigungsweite der Strahlen hinter dem optischen Mittelpunkte 7‴.10 und 0‴.08 hinter dem Brennpunkte. Mit der Annäherung des Objectes nimmt also die Differenz zwischen der dieser Objectsdistanz entsprechenden Vereinigungsweite des Strahlenkegels und zwischen dem Abstande des optischen Mittelpunktes von der Netzhaut ab. Durch Anwendung von Concavbrillengläsern wird nun diese Differenz in ganz bedeutendem Masse verringert.

Nennt man nämlich die negative Brennweite des zerstreuenden Glasmeniscus p, die negative Vereinigungsweite der sie passirenden Strahlen α und die Distanz des Objectes β, so hat man bei einer Entfernung β von 15′ und einer Concavbrille von 48″ Brennweite

$$\alpha = -\left(\frac{p\beta}{\beta + p}\right) = 37''.9.$$

Nimmt man den Abstand der Brille von dem Auge gleich 1″, so fallen die Strahlen unter Winkeln auf die Hornhaut, als wären sie von einem 38″.9 entfernten Objecte ausgegangen und es ist daher erklärlich, dass die Doppelbilder des Objectes dem diplopischen Auge nahezu so erscheinen, wie im unbewaffneten Zustande des Auges bei einer Distanz des Objectes von 4′.

Verkehrt verhalten sich die durch Sammellinsen zum Auge gelangenden Strahlenkegel, durch diese Linsen wird die genannte Differenz vergrössert, und dem entsprechend auch der Abstand der Doppelbilder vermehrt; so sehe ich durch Convexgläser von 30″ Brennweite auf 15′ Distanz nach geringeren Intentionen des Auges die Doppelbilder 1″ von einander abstehend, nach stärkeren Anstrengungen des Auges aber werden durch Convexgläser von 18″ Brennweite die vier Fuss entfernten Streifen schon in 1″ weit von einander getrennten Doppelbilder wahrgenommen, d. h. dasselbe Verhältniss herbeigeführt, als hätte das diplopische Auge unter solchen Umständen ohne Brillen einen 15′ entfernten Streifen fixirt. Im ersteren Falle, d. i. bei Anwendung einer Convexbrille von 20″ Brennweite, und bei 15′ Distanz des Objectes hat man für die Vereinigungsweite der die Brillen passirenden Strahlen

$$\alpha = \frac{\beta p}{\beta - p} = 36''.$$

Rechnet man den Abstand des Brillenglases = 1″ ab, so fallen die Strahlen unter Winkeln auf die Cornea, als kämen sie von einem 418‴ hinter dem optischen Mittelpunkte des Auges gelegenen Objecte, sie treffen die Hornhaut convergirend und b ist negativ. In Bezug auf das Auge ist also

$$a = \left(\frac{fb}{b + f}\right) = 6'''.90.$$

Der Vereinigungspunkt solcher Strahlen ist also um 0‴.12 dem optischen Mittelpunkte des Auges näher, als unter gleichen Umständen die Brennweite des dioptrischen Apparates es ist, die Differenz zwischen dem Abstande der Netzhaut und dem Abstande des Vereinigungspunktes der Strahlenkegel ist also grösser, als sie es bei unbewaffnetem Auge und unendlich weit entferntem Gesichtsobjecte jemals werden könnte, und demgemäss hat auch der Sehwinkel der Doppelbilder eine Grösse erreicht, wie er sie unter gleichen Umständen bei unbewaffnetem Auge nie erreichen könnte.

Im zweiten Falle hat man

$$\alpha = \frac{\beta p}{\beta - p} = 28''.8.$$

Rechnet man als Abstand der Linse vom Auge 0‴.8, so fallen die Strahlen unter Winkeln auf die Cornea, als kämen sie von einem Punkte, der 333‴.4 hinter dem optischen Mittelpunkte des Auges gelegen ist. Es ist in Bezug auf das Auge wieder

$$a = + \frac{fb}{b + f} = 7'''.17.$$

Auch hier hat also die Differenz zwischen dem Abstande der Netzhaut und der Vereinigungsweite der Strahlen von dem optischen Mittelpunkte des Auges in einem Grade zugenommen, der die Differenz der Abstände bei unbewaffnetem Auge übertrifft, und es ist daher die bedeutende Vergrösserung des Sehwinkels der Doppelbilder nicht wunderbar.

Schon in dem Vorhergehenden habe ich behauptet, dass Triplopie und Pentalopie mit der Diplopie ganz gleichen Gesetzen unterworfen sei, und das erstere eigentlich nur als ein höherer Grad des Doppelsehens betrachtet werden müsse, indem selbe unter gesteigerten Bedingungen zur Diplopie aufzutreten pflegt. Das Auftreten der Triplopie und der Pentalopie in diplopischen Augen bei Anwendung stärkerer Convexgläser ist nun ganz geeignet, diesen Satz ins klare Licht zu setzen, denn sie erscheinen hier als eine Folge der Vergrösserung der Differenz zwischen den Abständen der Vereinigungsweite der ins Auge fallenden Strahlenkegel und der Netzhaut von dem optischen Mittelpunkte. Bei geringen Differenzen erscheinen die Objecte in Doppelbildern, bei grössern Differenzen in drei oder fünf Bildern. Ob bei Polyopie gleiche Verhältnisse obwalten, lässt bis jetzt sich nur vermuthen, nicht entscheiden.

Einer ganz besondern Erwähnung verdienen hier noch Prevost's Versuche mit Brillengläsern, weil sie anscheinend den so eben aufgestellten Behauptungen widersprechen oder doch mit denselben nicht übereinstimmen. Prevost sieht nämlich schon auf 8″ entfernte Schriftzüge doppelt und die Doppelbilder $^1/_2$‴ von einander entfernt. Betrachtet er passende Objecte durch ein, nahe an letztere gehaltenes, Convexglas, so sieht er zwei Bilder ganz ähnlich wie mit freiem Auge, nähert er das Glas dem Auge, so werden die Doppelbilder kleiner und fliessen bei einer gewissen Distanz des Glases vom Objecte und vom Auge in ein nebliges zusammen, nähert er noch mehr das Glas dem Objecte, so treten die Doppelbilder wieder aus einander, und zwar im Verhältnisse zur steigernden Annäherung, die vorhin über einander stehenden Bilder liegen jetzt aber in einer horizontalen Linie neben einander. Nimmt man den optischen Mittelpunkt in seinem Auge 7‴.38 vor der Netzhaut fixirt, und seine deutliche Sehweite gleich 6″, so ist

$$f = \frac{ab}{a+b} = 6'''.70.$$

Es sei nun ein Object zwei Fuss von dem Auge entfernt gewesen. Unter den angeführten Verhältnissen muss nach den oben mitgetheilten Gleichungen das Bild 0‴.53 vor der Netzhaut zu Stande kommen, denn es ist

$$a = \frac{fb}{b-f} = 6'''.85.$$

Er habe nun ein Convexglas von 10″ Brennweite angewandt, und selbes auf 4″ dem Objecte genähert, die Vereinigung der auf das Glas fallenden Strahlenkegel findet, da

$$\alpha = \frac{p\beta}{\beta - p} = 80''' \text{ ist,}$$

80‴ vor der Linse statt, für das 2′ von dem Objecte entfernte Auge scheinen die Strahlen demnach von einem 2′ 2″ 8‴ entfernten Objecte zu kommen und das Bild derselben im Auge wird, da

$$a = \frac{fb}{f-b} = 6'''.90 \text{ ist,}$$

6‴.9 hinter dem optischen Mittelpunkte zu Stande kommen. Es sieht Jedermann bei Vergleichung dieses Resultates mit dem bei unbewaffnetem Auge Gewonnenen ein, dass die Lichtbrechungsverhältnisse des Auges in beiden Fällen sehr wenig Unterschiede darbieten können, und Prevost's Beobachtung, dass starke Annäherung des Convexglases an das Auge nahebei dieselben Erscheinungen hervorrufe, wie bei unbewaffnetem Auge, lässt sich daher mathematisch leicht begründen.

Ganz anders verhält es sich aber mit seiner Angabe, als würden bei Annäherung des Glases an das Auge die Doppelbilder kleiner und als flössen sie bei einer gewissen Distanz der Glaslinse in Ein Bild

zusammen. Es können hier unmöglich dieselben Verhältnisse obwalten, als hätte er das Object selbst in die deutliche Sehweite des unbewaffneten Auges gebracht, denn diese ist nahezu 6″, man möge die Sammellinse jedoch, in dem gegebenen Raume zwischen Object und dem davon 2′ weit entfernten Auge, stellen wohin man will, eine Vereinigung der Strahlen auf 6″ Distanz vom Auge ist absolut unerreichbar; steht die Linse näher an dem Objecte an, als ihre Brennweite betrifft, so wird der Vereinigungspunkt der die Linse passirenden Strahlen jenseits des Objects hinausgerückt; stehen Object und Linse um deren Brennweite aus einander, so kommen parallele Strahlen ins Auge, bei grösserer Annäherung an das Auge aber treffen schon convergirende Strahlen auf die Cornea, deren Vereinigung durch den dioptrischen Apparat des Auges kommt also noch diesseits des Brennpunktes der lichtbrechenden Augenmedien zu Stande, es müssen demnach die Doppelbilder weiter aus einander stehen, als bei Betrachtung des gleichweit entfernten Objectes mit freiem Auge. Nach allem diesem ist daher mit der grössten Wahrscheinlichkeit zu vermuthen, dass bei Prevost durch die Anwendung convexer Glaslinsen und deren Annäherung an das Auge die Doppelbilder so weit aus einander gerückt wurden, dass das zweite ohnehin lichtschwächere Bild von den empfindungsschwachen Seitentheilen der Netzhaut nicht mehr percipirt werden konnte, und dieses um so weniger, als es nothwendig in enorm grossen Zerstreuungskreisen auf die Netzhaut fallen musste, denn nach obigen Rechnungen ist in Prevost's Auge der Brennpunkt 0‴.68 von der Retina entfernt, die Vereinigung der unter den genannten Verhältnissen ins Auge kommenden Strahlen müsste aber noch näher dem optischen Centrum und von der Netzhaut entfernter Statt finden. Da schon bei 8″ Ferne Prevost Doppelbilder unter einem Winkel von 0° 12′ sieht, dieser Winkel aber im Verhältnisse zur Annäherung des Vereinigungspunktes der ins Auge fallenden Strahlenkegel an den optischen Mittelpunkt wächst, dürfte die Richtigkeit meiner Annahme wohl keinem Zweifel unterliegen.

Das Wiederauftreten der Doppelbilder bei noch grösserer Annäherung der Glaslinse an das Auge findet einzig und allein darin eine einigermassen genügende Erklärung, dass unter solchen Umständen durch die so nahe stehende Pupille nur Centralstrahlen ins Auge gelangen, die fast ungebrochen, also beinahe parallel ziehend, aus der Glaslinse kommen; die convergirenden Seitenstrahlen werden bei starker Annäherung des Glases an das Auge durch die Iris abgeschnitten. Einzig und allein auf diese Weise erkläre ich mir auch die sonderbare Beobachtung Szokalski's vom Dreifachsehen bei Anwendung einer Brille von 11″ negativer Brennweite.

Es kann nach dem Vorausgeschickten keinem mit den Gesetzen der Optik nur einigermassen Vertrauten das Verschwinden der Doppelbilder bei Betrachtung entfernter Objecte durch richtig eingestellte Fernröhre befremden. Bei dem astronomischen Fernrohre wird nämlich das Ocular so gestellt, dass das vom Objective erzeugte Bild etwas innerhalb der Brennweite des Oculars zu stehen käme, wodurch die das Fernrohr passirenden Lichtstrahlen in einer Richtung auf die Hornhaut fallen, als kämen sie von einem nahe vor dem Oculare befindlichen, also in deutlicher Sehweite befindlichen Objecte. Mit der Divergenz der ins Auge fallenden Strahlen nimmt aber die Differenz zwischen deren Vereinigungsweite und der Entfernung der Retina von dem optischen Mittelpunkte des Auges ab, es ist das Verschwinden der Doppelbilder unter solchen Umständen ganz natürlich. Wird das Ocular aber auch nur unbedeutend weiter von dem Objective entfernt, durch Ausziehen des Rohres, so fällt das von dem Objecte erzeugte Bild in die Brennweite oder vor den Focus des Oculars, im ersten Falle treten die Strahlen parallel, im zweiten convergirend zum Auge, und es sind bezüglich des Doppelsehens dieselben Verhältnisse herbeigeführt, als sähe das Auge nach sehr entfernten Objecten oder durch Convexgläser.

Ganz ähnliche Momente ergeben sich auch bei Betrachtung der Galilei'schen Fernröhre. Hier steht das Ocular um ein Geringes näher dem Objective, als die Differenz von deren Brennweiten beträgt, die durch das Ocular bei richtiger Einstellung des Rohres zum Auge gelangenden Strahlen sind sehr divergent

und scheinen von einem nahe vor dem Oculare stehenden, also in deutlicher Sehweite befindlichen Objecte zu kommen. Durch weiteres Ausziehen des Rohres wird die Entfernung des Oculars vom Objective gleich der Differenz beider Brennweiten, die Strahlen fallen parallel ins Auge, und eine noch weiter getriebene Verlängerung des Objectes hat sogar eine Convergenz der die Hornhaut treffenden Strahlen zur Folge.

Es vereiniget sich also Alles, um die Richtigkeit des Satzes in klares Licht zu stellen, nach welchem die Grösse des Sehwinkels der Nebenbilder mit der Grösse der Differenz zwischen dem Abstande der Vereinigungsweite der ins Auge fallenden Strahlen und dem Abstande der Retina von dem optischen Mittelpunkte der lichtbrechenden Medien des Auges in Abhängigkeitsverhältnissen steht.

Die Erscheinungen der Diplopie und Pentalopie in linsenlosen Augen bestätigen in ganz eminenter Weise die ausgesprochene Ansicht. Deren Brennweite fällt weit hinter die Netzhaut, die Vereinigungsweite für Strahlen, welche von Objecten aus endlicher Distanz kommen, muss daher noch weiter hinter der Netzhaut liegen, und zwar um so weiter, je näher ein Gegenstand dem Auge rückt. Da nun in meinem 5. Falle im Verhältnisse zur Annäherung des Objectes an das Auge das Nebenbild sich von dem wahren Bilde entfernte, so ist auch für linsenlose Augen die Abhängigkeit des Winkels, unter welchem die Doppelbilder gesehen werden, von der Differenz zwischen der jeweiligen Accommodationsweite und dem Abstande des leuchtenden Objectes erwiesen. Das Verhalten der Doppelbilder bei Anwendung entsprechender Convexbrillen bekräftigt nur das Gesagte; Brillen von $3^1/_2''$ positiver Brennweite vermindern diese Differenz, die Doppelbilder erscheinen auf vier Fuss Distanz vom Objecte beinahe scharf begrenzt und in gegenseitiger Berührung. Schärfere Gläser von $3''$ positiver Brennweite heben die Differenz schon bei Entfernung des Objectes von zwei Fuss auf und es wird Ein deutliches, scharf begrenztes Bild der Streifen zur Wahrnehmung gebracht.

VIII. Einfluss von Kartenlöchern und Spaltöffnungen.

Von allen Beobachtern ist das Verschwinden der Doppelbilder beim Sehen durch feine Kartenlöcher anerkannt worden. Grössere Löcher, deren Durchmesser jenem einer mässig weiten Pupille nahezu gleich kommt, haben keinen modificirenden Einfluss, wohl aber enge Spalten, selbst wenn ihr Durchmesser jenen der Cornea überschreitet. Versuche mit diesen Spaltöffnungen haben herausgestellt, dass, sobald deren Längsrichtung senkrecht auf der Richtung des Hauptschnittes im Auge steht, jedesmal augenblicklich das Nebenbild verschwindet, während das wahre an Lichtstärke zunimmt. Da nun die Lage des Hauptschnittes mit der jeweiligen Stellung der senkrechten Kopfaxe wechselt, und ganz entsprechend dem Neigungsgrade des Kopfes sich gegen den Horizont neigt, muss auch bei Veränderung der Kopflage der Spalt stets in andere Richtungen gebracht werden, auf dass die Doppelbilder verschwinden. Sobald die Spaltrichtung nicht senkrecht oder doch nahebei senkrecht auf der jeweiligen Richtung des Hauptschnittes im Auge steht, sind die Erscheinungen des Mehrfachsehens dieselben, als würden die Objecte mit freiem Auge betrachtet.

Das Verschwinden der Nebenbilder beim Sehen durch ein feines Kartenloch stellt mit Gewissheit heraus, dass Strahlen, welche der optischen Axe des Auges fast parallel ziehen, zur Vervielfältigung der Bilder nicht geeignet sind, wohl aber Strahlen, welche nach der Brechung durch den dioptrischen Apparat des Auges mit der optischen Axe grössere Winkel einschliessen, daher denn auch beim Sehen durch grössere Löcher die Erscheinungen der Diplopie dieselben sind, wie bei der Fixation der Objecte ohne vorgehaltenem und durchlöchertem Schirme. Doch auch nicht alle Randstrahlen können geeignet sein, Doppelbilder zu erzeugen, denn sobald ich einen feinen Spalt so vor die Pupille halte, dass dessen

Längsrichtung auf dem Hauptschnitte der Doppelbilder senkrecht steht, verschwinden die Doppelbilder, das wahre Bild aber nimmt an Lichtstärke und Schärfe der Begrenzung zu. Da bei meinem Auge der Hauptschnitt vertical steht, so muss, um das Nebenbild verschwinden zu machen, der Spalt bei senkrechter Haltung der verticalen Kopfaxe wagerecht liegen. Unter diesen Umständen fallen also im ganzen Bereiche des Querdurchmessers der Pupille Strahlen ein, es sind in Bezug auf die Linse centrale Strahlen und Randstrahlen, und doch ist kein Nebenbild sichtbar, es scheint also, als ob nur Strahlen zur Vervielfältigung der Bilder geeignet wären, welche durch die obere Hälfte der Pupille zur Linse gelangen. Meine Versuche mit dem Heben und Senken des Schirmspaltes stellen die Richtigkeit dessen mit positiver Gewissheit heraus, das Nebenbild in meinem diplopischen Auge kann stets nur von Strahlen gebildet sein, welche durch die obere Hälfte der Pupille einfallen, denn senke ich den Spalt in der Richtung des Hauptschnittes herab, so verschwindet das Nebenbild, während das Hauptbild lichtstärker und deutlicher begrenzt wird. Schneide ich aber die auf der untern Hälfte der Pupille einfallenden Strahlen durch Heben des Schildes ab, so bleiben beide Bilder in der Wahrnehmung, nehmen aber in eben dem Masse gleichzeitig an Lichtstärke ab, als durch das Heben des Schirmes der in das Auge gelangende Strahlenkegel verdünnt wird, bis sie endlich durch weitere Hebung des Schirmes und gänzliche Abschneidung sämmtlicher Strahlen von der Pupille gleichzeitig sammt dem Bilde des Papierblattes verschwinden. Es concurrirt zur Erzeugung des Nebenbildes also nur ein Theil der ins Auge gelangenden Strahlen, und zwar ein ganz bestimmter Theil derselben. In Fig. XIII ist ein senkrecht auf die optische Axe gemachter Durchschnitt des Auges dargestellt. Nur Strahlen, welche durch den Kreisausschnitt *a, b, c* dringen, können zur Bildung des Nebenbildes verwendet werden. Fasst man einen durch den Hauptschnitt und die optische Axe gelegten Durchschnitt in das Auge (Fig. XIV), so werden nur die Strahlen *c* bei der Gestaltung des Nebenbildes *i* verwendet, die Strahlen *d, e, f, g* werden sämmtlich zur Bildung des Hauptbildes *a* beitragen müssen, ohne in die Formation des Nebenbildes eingehen zu können. Aus der Theorie der Lichtbrechung im Auge ergibt sich auch, dass das falsche Bild in meinem Auge unterhalb des wahren auf der Netzhaut zu Stande kommen müsse, es ist daher auch ganz klar, dass die Strahlen des Nebenbildes mehr gebrochen werden, als jene des Hauptbildes, einen grössern Winkel mit der Axe *ea* des dioptischen Apparates einschliessen, denn sonst müssten sie entweder in einem Punkte *h* die Netzhaut treffen und das Nebenbild müsste unterhalb des wahren erscheinen, oder aber in *a* mit allen übrigen Strahlen zusammentreffen, wo dann die Wahrnehmung eines zweiten Bildes unmöglich wäre.

Da keine centralen Strahlen zur Bildung des falschen Bildes verwendet werden, sondern nur Strahlen, welche in einer gewissen Entfernung von der optischen Axe durch den dioptrischen Apparat durchgehen, ist es schon von vornhinein sehr wahrscheinlich, dass der Winkel, unter welchem die Strahlen auf die Cornea auffallen, oder noch besser, der Winkel, den die bereits gebrochenen Strahlen mit der optischen Axe einschliessen, von Bedeutung für die Formation des Nebenbildes sei, und dass eine gewisse Grösse dieses Winkels erfordert werde, auf dass sich Strahlen zur Bildung eines Nebenbildes von den, dem Hauptbilde zugehörigen Strahlen sondern.

Zur Gewissheit aber erhebt sich dieser Satz, wenn man das Abhängigkeitsverhältniss berücksichtigt, welches zwischen dem Gesichtswinkel beider Doppelbilder und der Differenz zwischen der jeweiligen Vereinigungsweite der Strahlen und dem Abstande der Netzhaut von dem optischen Mittelpunkte des Auges besteht. Es ist erwiesen, dass bei Fixation dieses optischen Mittelpunktes in einer der Kurzsichtigkeit entsprechenden vorgerückten Stellung, der Winkel, den die Randstrahlen mit der optischen Axe einschliessen, um so grösser wird, je grösser die Distanz des Objectes und je grösser daher jene Differenz ist. Bei Annäherung des Objectes an das Auge rückt die Vereinigungsweite der Strahlen nach hinten, der Winkel, unter welchem deren peripherischer Theil die optische Axe schneidet, nimmt ab, und mit

ihm der Abstand der Doppelbilder, bis endlich bei einer gewissen Distanz das Nebenbild mit dem Hauptbilde zusammenfliesst. Concavbrillen und richtig eingestellte Fernröhre thun dasselbe, was Verkleinerung der Objectsdistanz, sie verringern den Winkel der gebrochenen Randstrahlen mit der optischen Axe und sofort auch den Abstand beider Bilder. Convexbrillen rücken den Vereinigungspunkt der Strahlen dem optischen Mittelpunkte näher, sie vergrössern den Winkel, den die Randstrahlen mit der optischen Axe einschliessen, und mit dieser Vergrösserung auch den Winkel, unter welchem beide Bilder gesehen werden.

Doch kann der Winkel, unter welchem die Strahlen die optische Axe schneiden, nicht allein massgebend sein, denn sonst wäre es nicht möglich, dass in linsenlosen Augen die Grösse des Abstandes der Doppelbilder mit der Annäherung des Objectes zunehme, während er durch Convexbrillen abnimmt, denn es wird mit der Annäherung des Objectes auch hier obiger Winkel verkleinert, durch Convexbrillen aber vergrössert. Es lässt sich vielmehr beweisen, dass dieser Winkel in Bezug auf die Sonderung der beiden Bilder nur in sofern Einfluss nehme, als er von dem Winkel abhängt, unter welchem die Strahlen *in den Glaskörper* einfallen, *der Einfallswinkel der Strahlen bei ihrem Übertritte aus der Linse in den Glaskörper ist allein massgebend.* Ist Fig. XV *ABG* die Vorderfläche des Glaskörpers, und zieht man die Einfallsloth *ab* und *bc*, so wie die ihnen entsprechenden Strahlen *eC* und *fC*, so ergibt sich, dass der Einfallswinkel α grösser sei als β, es nimmt der Einfallswinkel mit der Entfernung der Strahlen von der optischen Axe zu. In linsenlosen Augen aber, wie meine zahlreichen pathologisch-anatomischen Untersuchungen und die Erfahrungen einiger anderen Autoren klar herausstellen, ist die Vorderfläche des Glaskörpers niemals concav, sondern fast stets convex, die hinter der tellerförmigen Grube gelegenen Theile des Glaskörpers bauchen sich in Gestalt eines Kugelsegmentes hervor, und ersetzen so in unvollkommener Weise die verlorne Linse. Zieht man (Fig. XVI) die Einfallslothe und die denselben entsprechenden Strahlen *eC* und *fC*, so findet man den Einfallswinkel so wie bei Vorhandensein der Linse und concaver Vorderfläche des Glaskörpers, entsprechend der Entfernung der Strahlen von der optischen Axe, wachsend. Betrachtet man die Winkel in Bezug auf verschiedene Vereinigungsweiten der Strahlen, so findet sich, dass in linsenhältigen Augen der Einfallswinkel eines Strahles in den Glaskörper zunehme, wenn seine Vereinigungsweite dem optischen Mittelpunkte des Auges zurückt, in Augen, die der Linse beraubt sind, aber das entgegengesetzte Verhältniss obwalte, d. h. dass der Einfallswinkel eines Strahles in den Glaskörper abnehme, wenn der Vereinigungspunkt der Strahlen dem optischen Mittelpunkte des Auges sich nähert. Es lässt sich nach allen dem Gesagten das Gesetz aufstellen, dass *der Gesichtswinkel, unter welchem beide Doppelbilder gesehen werden, im Verhältnisse stehe zur Grösse des Einfallswinkels der Strahlen in den Glaskörper.* Es gehört ein Einfallswinkel von einer gewissen Anzahl Grade dazu, auf dass sich Strahlen von den übrigen zur Gestaltung eines zweiten Bildes sondern. Enge Kartenlöcher lassen nur centrale Strahlen durch, welche einen sehr geringen Einfallswinkel in den Glaskörper bilden, es entsteht daher kein Nebenbild; ebenso schneidet ein senkrecht auf der Richtung des Hauptschnittes gestellter Spalt von dem in der Ebene des Hauptschnittes zum Auge gelangenden Strahlen alle ab, welche bei ihrem Eintritte in den Glaskörper einen grösseren Winkel mit dem Einfallslothe beschreiben, es kann also auch hier kein Nebenbild bestehen.

Was nun von der Diplopie gilt, gilt auch von der Triplopie, das zweite Nebenbild beim Dreifachsehen gehorcht denselben Gesetzen. Es verschwindet beim Sehen durch ein enges Kartenloch, so wie bei Fixation der objectiven Streifen durch eine senkrecht auf der Richtung des Hauptschnittes stehende Spaltöffnung. Sobald der Spalt in die Ebene des Hauptschnittes und der optischen Axe fällt, erscheinen alle drei Bilder. Senke ich in dieser Richtung den Spalt, so verschwindet sogleich und mit Einem Schlage das obere Nebenbild, das wahre und das untere falsche Bild bestehen fort; erst bei weiterer

Senkung des Schirmes nehmen sie gleichzeitig an Lichtstärke ab, und verschwinden endlich mit einander, wenn durch zu grosse Senkung des Schirmes alle Strahlen von der Pupille abgeschnitten worden sind. Hebe ich aber in der angegebenen Richtung den Spalt, so verschwindet zuerst das zweite unt e r e Nebenbild, das obere falsche Bild und das Hauptbild verschwinden aber erst bei völliger Verdeckung der Pupille.

Es können zur Bildung des untern Nebenbildes also wieder nur Strahlen verwendet worden sein, welche durch die untere Hälfte der Pupille in das Auge gelangten, und es müssen Randstrahlen sein, welche durch den untern Theil der Pupille eindrangen.

Ganz nach der oben angeführten Weise lässt sich nun auch von diesen Strahlen beweisen, dass sie eine grössere Brechung erlitten haben, als die in entsprechender Entfernung von der optischen Axe an andern Orten der Pupille eindringenden, es lässt sich ebenso darthun, dass auch hier die Grösse der normwidrigen Ablenkung mit der Grösse des Einfallswinkels derselben in den Glaskörper zunehme, und daher mit der Differenz zwischen der Vereinigungsweite der Strahlen und dem jeweiligen Abstande der Retina von dem optischen Mittelpunkte in Abhängigkeitsverhältnissen stehe. Es ergibt sich aber aus der Vergleichung der Gesichtswinkel, unter denen das erste und das zweite Nebenbild zur Wahrnehmung kommen, dass die normwidrige Ablenkung der den untern Theil der Pupille passirenden Strahlen bei gleichem Einfallswinkel in den Glaskörper eine weit geringere sei, als die Ablenkung der durch den obern Theil der Pupille einfallenden Strahlen.

Dass bei Pentalopie ein ähnliches Verhältniss Statt habe, wie bei dem Doppelt- und Dreifachsehen, ergibt sich einfach aus der näheren Betrachtung der Erscheinungen meines 5. Falles. Auch hier werden keine Strahlen zur Gestaltung der Nebenbilder verwendet, welche senkrecht auf der Ebene des Hauptschnittes und der optischen Axe in das Auge fallen, und von den übrigen Strahlen concurriren nur Randstrahlen bei der Vervielfältigung der Bilder; die centralen Strahlen, welche fast senkrecht auf die tellerförmige Grube in den Glaskörper eindringen, werden einzig und allein für das Hauptbild verwendet, denn die Kranke sieht durch ein sehr feines Kartenloch, so wie durch einen senkrecht auf den Hauptschnitt gestellten sehr feinen Spalt stets nur Ein Bild, das Hauptbild. Die übrigen Strahlen aber formiren vier Nebenbilder, gleichzeitig auch beitragend zur Gestaltung des Hauptbildes. Man kann sagen, dass die in einer gewissen Entfernung von dem Centrum einfallenden Strahlen die beiden innern Nebenbilder bilden, die Randstrahlen jedoch die äussern Nebenbilder erzeugen. Es sei (Fig. XVII) $abcd$ die Projection der Pupille, und ab jene der durch den Hauptschnitt und die optische Axe gelegten Ebene. Theilt man diese in sechs gleiche Theile, so wird leicht ersichtlich, dass die in Aa einfallenden Centralstrahlen bloss bei der Bildung des Hauptbildes concurriren. Die zwischen α und γ einfallenden Strahlen dringen schon unter einem merklichen Winkel in den Glaskörper ein, und constituiren die inneren Nebenbilder, die in γb und γa eindringenden Randstrahlen werden verhältnissmässig am meisten von der normalen Bahn abgeleitet und erzeugen die beiden äussern Bilder.

Dass diese Angaben nicht aus der Luft gegriffen sind, ergibt sich sogleich, wenn man die Erscheinungen näher ins Auge fasst, welche sich der Kranken beim Sehen durch ein rundes Loch von $^1/_3'''$ Durchmesser oder durch einen $^1/_3'''$ breiten Spalt darbieten. Nimmt man die Pupille während den Experimenten 1''' im Durchmesser haltend an, so kann die Kranke nur dann einfach sehen, wenn das Centrum des Loches mit dem Centrum der Pupille zusammenfällt (Fig. XVIII), also nur Centralstrahlen eindringen oder aber, wenn das Loch auf einen Theil der Kreisausschnitte f, g der Pupille fällt (Fig. XIX). Trifft das Loch auf den Theil $A\gamma$ der Pupille (Fig. XVIII), so muss stets neben dem Hauptbilde ein inneres Nebenbild entstehen. Steht das Loch (Fig. XX) in γm oder in γn, so muss neben dem Hauptbilde ein äusseres also weiter entferntes falsches Bild gesehen werden. Findet sich das Kartenloch (Fig. XIX) vor aa oder ab,

so treten neben dem Hauptbilde stets ein inneres und ein äusseres Nebenbild auf, die Kranke muss dreifach sehen. Wirklich erscheinen der Kranken beim Sehen durch das Loch von dem oben bezeichneten Durchmesser bald ein, bald zwei, bald drei Bilder, indem der in der Hand gehaltene Schirm durch seine Öffnung bald auf diesen, bald auf jenen Theil der Pupille Strahlen eindringen lässt. Doch nie sieht unter solchen Verhältnissen die Kranke fünf Bilder, welche sie doch wahrnimmt, wenn sie durch einen sehr feinen, in die Ebene des Hauptschnittes gestellten Spalt die Objectsstreifen fixirt, wo also Strahlen in der ganzen Länge *ab* zur Pupille gelangen. Ganz auf dieselbe Weise lässt sich auch die wechselnde Wahrnehmung von ein, zwei, drei, niemals aber fünf Bildern bei dem Sehen durch einen $^1/_3'''$ breiten Spalt ableiten, wenn letzterer (Fig. XXI und Fig. XXII) *uxyz* in einer Richtung vor die Pupille gehalten wird, welche mit der Richtung des Hauptschnittes *ab* einen grossen Winkel einschliesst. Die ausserhalb *obsa* und *para* in die Pupille fallenden Strahlen sind ohne Bezug auf die falschen Bilder. Durch die Bewegung der Hand fällt die Breite des Spaltes bald innerhalb *aa*, bald zwischen *Aγ*, bald zwischen *aa* oder *ab*, es erscheinen neben dem Hauptbilde also bald ein inneres, bald ein äusseres und inneres Nebenbild zugleich. Fünf Bilder erscheinen aber nur, wenn der Spalt seiner Länge nach mit *ab* zusammenfällt. Das Auftreten unzähliger Bilder bei horizontaler Stellung des Spaltes, wenn derselbe also nur einen kleinen Winkel mit *ed* einschliesst, ist mir bis jetzt ganz unerklärlich, wenn nicht Interferenz der einfallenden Lichtwellen zu Hülfe genommen wird.

Der Regel nach sieht die Kranke bei Fixation der Objectsstreifen durch ein sehr enges Kartenloch, so wie durch den in einem rechten Winkel auf *ab* gestellten sehr feinen Spalt nur ein Bild, das Hauptbild, selten zwei, niemals drei oder fünf Bilder. Ich glaube den Grund dessen nicht erst weitläufig erklären zu müssen, denn Jedermann sieht ein, dass bei so engen Öffnungen der zitternden Hand schon bedeutende Excursionen erlaubt sind, ehe die Schirmöffnung ausserhalb *aa* heraustritt und auf *aγ* fällt, wo zwei Bilder entstehen müssen. Eine Fixation der Öffnung gerade vor *γ*, wo dann Strahlen aus beiden Sechstheilen der Ebene *ab* also aus *aγ* und *γa* oder *γb* zum Glaskörper gelangen, ist aber nicht möglich. Ehe das Auge zur Wahrnehmung der in diesem Falle entstehenden drei Bilder kommt, ist der Schirm wieder verrückt und es werden nun ein oder zwei Bilder gesehen.

Das Verhalten der Nebenbilder bei Polyopie gegen Kartenspalten und Löcher ist noch gar nicht untersucht; es dürften der Analogie nach zu schliessen ganz ähnliche Verhältnisse obwalten. Durch feine Kartenlöcher müssen dann alle Nebenbilder zum Verschwinden gebracht werden können. Fixation des Objectes durch enge Spalten muss alle Bilder bis auf das Hauptbild und jene beiden Nebenbilder vernichten, deren Hauptschnitt gerade in der Richtung des vor das Auge gehaltenen Schirmspaltes fällt. Senken des Spaltes in dieser Richtung muss ein Verschwinden des obern Bildes zur Folge haben. Heben des Spaltes in dieser Richtung muss das untere Nebenbild vertilgen, während bei weiterem Heben oder Senken des Spaltes das Hauptbild sammt dem andern in der Richtung des betreffenden Hauptschnittes gelegenen falschen Bilde gleichzeitig an Lichtstärke abnehmen muss, bis endlich durch Abschneidung aller Strahlen von der Pupille alle Bilder aus der Wahrnehmung getreten sind. Weitere genaue Untersuchungen werden hoffentlich die Wahrheit dieser meiner Vermuthung herausstellen.

IX. Einfluss von Turmalinplatten.

Das Verhalten der Nebenbilder gegen Turmalinplatten, welche in senkrechter Richtung nahe vor das mehrfachsehende Auge gehalten werden, ist bis jetzt von Niemand, ausser mir, untersucht worden. Nur der Vernachlässigung der diesfälligen Untersuchungen ist der jammervolle Zustand unserer Kenntnisse von

dem Wesen der Diplopie und ihrer höheren Grade zuzuschreiben. Wenige Experimente mit dem genannten Krystall hätten eine ungeheure Anzahl nutzlos auf die Ergründung der Ursache des fraglichen Übels verwendeter Stunden erspart, und ihren Eigenthümern Gelegenheit gegeben, mit geringer Mühe der Wissenschaft förderlich zu werden, statt selber im Schweisse ihres Angesichtes kopfüber in den Schlamm krasser Irrthümer zu stürzen.

Es stellt sich nämlich mit positiver Gewissheit heraus, dass bei der Diplopie das falsche und wahre Bild nach entgegengesetzten Richtungen polarisirt, und dass die Azimuthe ihrer Polarisationsebenen unter bestimmten Verhältnissen in demselben Auge stetige Grössen sind.

So wie in allen vorhergehenden Capiteln, so auch in diesem, spielt der Hauptschnitt (d. i. die Verbindungslinie der einander gleichnamigen Punkte in den auf der Netzhaut projicirten Bildern) unstreitig die Hauptrolle. Steht die optische Axe des vor das Auge gehaltenen Turmalinplättchens parallel dem Hauptschnitte, so erscheint jedesmal und in allen Fällen nebst dem Hauptbilde das Nebenbild in der Richtung des Hauptschnittes und in einem der Distanz des Objectes und der jeweiligen Sehweite entsprechenden Abstande. Wird das Plättchen nun in derselben Ebene um die nach aussen verlängerte optische Axe des Auges nach rechts gedreht, so wird ein oder das andere Bild lichtschwächer, während das andere an Intensität seiner Beleuchtung zunimmt, bis endlich die optische Axe des Turmalins mit dem Hauptschnitte einen gewissen Winkel einschliesst, wo sodann das lichtschwächer gewordene Bild gänzlich verschwindet, während das andere die grösstmöglichste Beleuchtungsintensität erreicht hat. Wird das Turmalinplättchen in derselben Weise nach links gedreht, so wird in dem Masse als seine optische Axe grössere und grössere Winkel mit dem Hauptschnitte bildet, das bei der rechtseitigen Drehung lichtstärker gewordene Bild lichtärmer als es bei der dem Hauptschnitte entsprechenden Stellung der Krystallaxe war, während das andere Bild an Lichtstärke zunimmt, bis endlich bei fortgesetzter Drehung des Krystallplättchens dessen Axe mit dem Hauptschnitte einen Winkel einschliesst, der dem gleich ist, bei welchem unter entgegengesetzter Drehung das eine Bild verschwunden, das andere aber zur grössten Beleuchtungsintensität gelangt ist. Unter diesen Verhältnissen ist nun auch hier das eine Bild unsichtbar geworden, während das andere in grösstmöglichster Deutlichkeit wahrgenommen wird, nur sind es bei entgegengesetzten Drehungen entgegengesetzte Bilder, welche verschwinden oder an Lichtintensität zunehmen, die Bilder sind in entgegengesetzter Richtung polarisirt.

Der Winkel nun, den die Turmalinaxe mit dem Hauptschnitte bilden muss, um ein oder das andere Bild verschwinden zu machen, ist in verschiedenen Personen, und bei diesen unter verschiedenen Umständen ein verschieden grosser, es nimmt seine Grösse in dem Masse zu, als durch Steigerung der Bedingungen zur Diplopie der einer gewissen Entfernung des Objectes entsprechende Abstand der Doppelbilder wächst. Da nun dieser Abstand nach den vorhergehenden Mittheilungen wesentlich von der Grösse des Einfallswinkels der Lichtstrahlen in den Glaskörper abhängt, ist die Analogie der Polarisations-Erscheinungen im Auge mit den Polarisations-Erscheinungen der, andere Körper passirenden Lichtstrahlen erwiesen, denn auch in diesen wächst das Azimuth der Polarisations-Ebenen mit der Grösse des Einfallswinkels. Spätere Erörterungen werden es nachweisen, dass in dem ersteren, so wie in dem letzteren Falle die Grössenzunahme des Azimuthes in einer Änderung der Natur des polarisirenden Mittels begründet sei.

Die Zusammenstellung der durch meine Untersuchungen gewonnenen Thatsachen wird das so eben Behauptete in klares Licht setzen. Das Azimuth der beiden Bilder in meinem diplopischen Auge schwankt zwischen 45^0—80^0, zu bestimmten Zeiten ist es jedoch ein ganz constantes unwandelbares. Wenn mich meine Schätzungen nicht täuschen, so ist das Azimuth ein um so grösseres, je grösser die vorhergegangenen Anstrengungen des Auges waren, je grösser also die Differenz zwischen der jeweiligen Vereinigungsweite der im Auge gebrochenen Strahlen und zwischen dem Abstande der Netzhaut von dem

dioptrischen Mittelpunkte ist. Dafür spricht auch die directe Erfahrung, dass unter willkürlicher Anstrengung des Auges zum Nahesehen das Azimuth merklich vergrössert wird, und unter Umständen, welche die Diplopie in Dreifachsehen umwandeln, das Azimuth des ersten Nebenbildes stets bei 80° erreicht, während es nach minderen Intensionen des Auges gewöhnlich in mindern Graden schwankt; das falsche Bild verschwindet dann bei rechtseitiger Drehung der Turmalinplatte, das wahre Bild bei linkseitiger Drehung um 45°—80°. In meinem ersten Falle ist das Azimuth der beiden Bilder bei bedeutender Kurzsichtigkeit 60°—80°, das wahre Bild verschwindet bei rechtseitiger Drehung der Turmalinplatte, das falsche Bild bei linkseitiger Drehung. In dem zweiten von mir beobachteten Falle ist neben geringer Myopie und fast ungeschwächter Accommodationsfähigkeit das Azimuth 30°. Steht die Krystallaxe zum Hauptschnitte in einem Winkel von 30°, so ist stets nur Ein Bild sichtbar, sobald der Kranke aber sein Auge für geringere Distanzen accommodirt, taucht sogleich das zweite Bild, obwohl sehr lichtschwach auf und das Azimuth ist 40° geworden, die Vergrösserung des Einfallswinkels der Randstrahlen in den Glaskörper hat eine Vergrösserung des Azimuthes zur Folge gehabt. Der Kranke kann jedoch nicht gut unterscheiden, welches der beiden Bilder bei dies- oder jenseitiger Drehung des Krystalls verschwindet. Im vierten Falle konnten keine Versuche mit Turmalinen angestellt werden. In dem pentalopischen Auge meines fünften Falles sind die Verhältnisse so verwickelt, dass es bei der geringen Intelligenz des zur Untersuchung verwendeten Individuums und dem Mangel an Mess-Instrumenten selbst bei der grössten Mühewaltung unmöglich wurde, genaue und wissenschaftlich verwendbare Resultate zu erlangen. Die Kranke sieht unter verschiedenen Neigungen der Krystallaxe bald ein, bald zwei, bald vier Bilder, kann jedoch durchaus nicht unterscheiden, welche der Bilder bei jeder einzelnen Axendrehung des Turmalins verschwinden oder zu grösserer Licht-Intensität gelangen. Soviel lässt sich jedoch aus meinen oft wiederholten Versuchen mit Sicherheit entnehmen, dass unter gewissen Neigungswinkeln der Turmalinaxe die Zahl der jeweilig gesehenen Bilder eine constante ist, und daher angenommen werden kann, es seien die Azimuthe der einzelnen Bilder unter sich verschiedene und ganz bestimmte, wenn gleich bei dem derzeitigen Zustand meiner Erfahrungen in Zahlengrössen noch nicht ausdrückbare. Weitere Untersuchungen mit Zuhülfenahme geeigneter Instrumente müssen diese Lücke füllen. Jedenfalls wird hierbei eine enorme Schwierigkeit in den Umstande gefunden werden, dass die Nebenbilder in grossen Zerstreuungskreisen gesehen werden, der scheinbare Glanz derselben also an und für sich ein geringer ist. Berücksichtiget man die nicht unbedeutende Absorption, welche die von dem Gegenstande durch die Turmalinplatte in das Auge dringende Lichtmenge bei dem Durchgange durch den Krystall erleidet, so wird man leicht begreifen, dass einzelne Bilder leicht unter Umständen aus der Wahrnehmung schwinden können, ohne dass diese Erscheinung auf Polarisation der Lichtstrahlen zurückgeführt werden, oder doch einzig und allein in derselben begründet gedacht werden könne, wenn auch die Nichtübereinstimmung der Polarisationsebene der, das verschwundene Bild zusammensetzenden Lichtstrahlen mit der Axenneigung des Turmalins durch Schwächung der Fortpflanzungs-Intensität zu dem Verschwinden des Bildes wesentlich beigetragen haben muss.

Die aus den vorhergehenden Capiteln ersichtliche Analogie der polyopischen Bilder mit den falschen Bildern in den doppelt-, dreifach- und fünffachsehenden Augen lassen auch ähnliche Polarisationsverhältnisse der ersteren vermuthen. Leider war es mir bis jetzt noch nicht gegönnt, bezügliche Versuche anzustellen; die Gesetze, nach welchen die einzelnen Bilder ihre Polarität äussern, lassen sich daher derzeit auch nicht einmal in den gröbsten Umrissen skizziren, ohne sich in ein weites Feld ganz unbegründbarer Hypothesen zu wagen und unfehlbar auf Irrwege zu gerathen [1]).

[1]) Kürzlich hatte ich Gelegenheit, die Polarisationsverhältnisse bei Polyopie eines alten Fräuleins zu untersuchen. Sie bestätigen vollkommen die von mir ausgesprochenen Vermuthungen. Die Kranke war kurzsichtig, und sah den Mond in vielen sich theilweise

X. Farbensäume.

Im innigsten Zusammenhange mit den so eben erörterten Polarisations-Erscheinungen stehen die Wahrnehmungen farbiger Säume an den Rändern des wahren und der falschen Bilder. Ich spreche hier nicht von der Farbenveränderung der Bilder selbst, die lediglich in der Abnahme des Lichtquantums begründet ist, welches zur Bildung eines jeden einzelnen Punktes der Netzhautbilder verwendet, und erstens schon durch die Theilung des zur Pupille gelangenden Strahlencylinders in mehrere Kegel, zweitens aber durch die Ausbreitung dieser Kegel auf den Flächeninhalt grosser Zerstreuungskreise im hohen Grade vermindert wird. Eine genaue Entwickelung der, solchen Veränderungen in der Wahrnehmung der Farbennüancen zu Grunde liegenden Verhältnisse würde mich weit von dem vorgesteckten Ziele entfernen, ich muss es späteren Zeiten überlassen, mich darüber weitläufiger auszusprechen, die Resultate meiner zahlreichen diesfälligen Untersuchungen vor das Publikum zu führen.

Im Vorbeigehen sei hier bloss gesagt, dass bei meinen Untersuchungen unter Anwendung farbiger Streifen auf weissem Grunde das Hauptbild und die Nebenbilder stets gleichfärbig gesehen wurden; nur in dem dritten Falle findet sich eine Ausnahme, indem hier der Kranken das wahre Bild bei einer Objectsdistanz von $3^1/_2{}'$ grau, das falsche Bild braungrau erschien. Meinem diplopischen Auge erscheinen die Doppelbilder aller dunkelfärbigen Objectsstreifen schwarzgrau, oder doch wenigstens mit starker Beimischung von Schwarz und die einander deckenden Doppelbilder des senkrechten Streifens zeichnen sich insbesondere durch intensivere Schwärze aus. Die Doppelbilder lichtfärbiger Streifen erscheinen in deren natürlicher Farbe, doch blässer. Szokalski, der farbige Streifen auf schwarzem Grunde als Object benützte, berichtet von einem Falle, in welchem ein weisser Streifen in Doppelbildern gesehen wurde, deren oberes weiss, das untere bläulich war. In einem andern Falle erschien ein, durch ein Convexglas Nr. 12 fixirtes weisses Bändchen in fünf Bildern, deren mittelstes weiss, die andern bläulich waren. Ein Concavglas Nr. 11 soll den objectiven weissen Streifen in drei Bildern gezeigt haben, deren mittleres blau, die zwei andern gelb waren. Ich gestehe gleich hier, um nicht wieder darauf zurückkommen zu müssen, dass mir diese Beobachtung Szokalski's durchaus unerklärlich und nach genauer Erwägung der Fälle und Berücksichtigung optischer Gesetze sehr problematisch erscheint.

Was nun die Farbensäume der Doppelbilder betrifft, so ist zu bemerken, dass sie durchaus nicht von allen Individuen wahrgenommen werden. Unter den von mir beobachteten Fällen sah ausser mir nur die, den vierten Fall repräsentirende Spitzenklöpplerin Farbensäume, in allen übrigen Fällen mangelten sie bestimmt; ich habe die der Untersuchung unterzogenen Individuen zu wiederholtenmalen in dieser Beziehung genau ausgeforscht und mich über den Mangel farbiger Ränder an den von ihnen wahrgenommenen Doppelbildern überzeugt. Auch in Szokalski's zweitem Falle war nur bei Fixation eines gelben Streifens auf schwarzem Grunde der obere Rand des untern Bildes orangefarbig eingefasst. Weit deutlicher und bestimmter waren in dem dritten von Szokalski mitgetheilten Falle die farbigen Säume.

---

deckenden Bildern mit verschwommenen Rändern. Die Bilder waren derart gestellt, dass ihr Complex einer zusammengesetzten Blume (syngenesistischen Blüthe) mit strahligen Randblüthen glich. Die Scheibe wurde von dem wahren Bilde des gerade vollen Mondes gebildet und erschien elliptisch mit nach rechts und oben abweichender langer Achse. Rings um diese Scheibe waren Nebenbilder gereiht, welche theils von dem wahren Bilde, theils von den angrenzenden Nebenbildern zum Theile gedeckt wurden, so dass um die Scheibe eigentlich nur ein tief kerbiger Rand sichtbar wurde. Die in der Richtung der langen Achse der centralen Scheibe (des Hauptschnittes) stehenden Nebenbilder waren in eben dieser Direction lang gestreckt, nahmen nach beiden Seiten aber gleichmässig an Länge ab, an Breite zu, und erschienen in der kleinen Axe der Centralscheibe als kleine Segmente grosser Kreise. Durch Beugungen des Kopfes auf eine oder die andere Seite wechselte auch die Stellung, der langen Axe ganz entsprechend den Gesetzen der *Diplopia monocularis.* Durch die Turmalinplatte konnten je nach der Stellung deren optischer Axe bald diese bald jene zwei, in der Richtung einer geraden Linie gelegenen Nebenbilder zum Verschwinden gebracht werden, die Azimuthe zu ermitteln, war mir jedoch nicht möglich. Farbensäume wurden keine wahrgenommen.

D. Verf.

Nach den an mir gemachten Beobachtungen stellt sich heraus, dass das Auftreten der Farbensäume ganz bestimmten Gesetzen unterworfen sei. Farbensäume werden immer nur dann beobachtet, wenn das Object jenseits des Fernpunktes des Auges während der Untersuchung gelegen ist. Innerhalb der deutlichen Sehweite erscheint das Object constant in ganz scharfen Umrissen ohne farbige Ränder. Sobald aber durch Vermehrung der Distanz des Objectes die Bedingungen zur Diplopie gegeben sind, treten in den geeigneten Fällen stets und ohne Ausnahme unter ganz gleichen Erscheinungen die Farbensäume auf. So lange die Doppelbilder sich noch nicht gesondert haben, sondern, sich gegenseitig berührend, als ein verdecktes Bild zeigen, sind dessen beide Ränder gleichfärbig eingesäumt. Der Farbensaum hat ungefähr die Hälfte der Dicke des objectiven Streifens. Sein das Doppelbild berührender Theil ist am gesättigsten gefärbt und verwäscht sich nach aussen in die Farben des Grundes, auf welchem der objective Streifen verzeichnet ist. Sobald aber die Bedingungen zu dem Auseinanderweichen der Doppelbilder gegeben sind, so erscheint auch der Zwischenraum zwischen beiden Bildern gefärbt. Auch hier ist die Farbe am Rande der Doppelbilder am gesättigsten, verwäscht sich aber etwas gegen die Mittellinie des Zwischenraumes, wird blässer. Wird durch weitere Vermehrung der Distanz des Objectes der Zwischenraum breiter, als die Breite des objectiven Streifens beträgt, so treten auch die Farbensäume der inneren Ränder der Doppelbilder aus einander. Sie sind durch einen Zwischenraum getrennt, dessen Grösse mit dem Abstande der Doppelbilder wächst und dessen Farbe die des Grundes ist, auf welchen die objectiven Streifen projicirt sind. In dieser Farbe des Grundes nun verwäscht sich der Farbensaum der innern, einander zugekehrten Ränder der Doppelbilder. Der Saum wird nie breiter als die halbe Breite des objectiven Streifens, gleicht also in dieser Hinsicht vollkommen dem Farbensaume der entgegengesetzten Ränder der Doppelbilder. Mit zunehmender Entfernung des Objectes, sofortiger Vergrösserung des Hauptschnittes und gleichzeitiger Abnahme der Lichtintensität der Doppelbilder, verblassen die Farbensäume und in nicht grossen Distanzen verschwinden sie endlich ganz.

Die seitlichen Grenzen der Säume liegen genau in der Richtung des, durch die äussersten Endpunkte der Doppelbilder gelegten Hauptschnittes, nie verwaschen sie sich in einer andern Direction, als in der des Hauptschnittes; bei der senkrechten Lage dieser Ebene in meinem Auge sind die vier Farbensäume der Doppelbilder nach links und rechts scharf abgeschnitten, deutlich begrenzt, kein Punkt derselben liegt ausser den Marken des äussersten Hauptschnittes, es ist daher natürlich, dass bei verticaler Stellung der senkrechten Kopfaxe der perpendiculäre Streifen nur an seinem obern und untern Ende einen, seiner Breite genau entsprechenden Farbensaum haben kann, dessen Farbennüance mit dem übereinstimmt, welcher an dem äussern Ende der Doppelbilder wahrgenommen wird. Wegen der geringen Breite der Streifen ist er sehr leicht zu übersehen. Die innern Farbensäume der Doppelbilder können an dem senkrechten Streifen nicht gesehen werden, da sie mit dem Bilde des Streifens selbst zusammenfallen und sich gegenseitig decken. Sobald jedoch der Kopf seitwärts geneigt und die Direction des Doppelbildes eine andere, als die des Hauptschnittes wird, treten mit der Sonderuug der Bilder auch die Farbensäume sogleich in derselben Weise auf, wie bei den andern Bildern, während die Farbensäume des jetzt in die Direction des Hauptschnittes fallenden Streifens sich auf dessen beide Endpunkte beschränken.

Die nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht der Farbennüancen in den Säumen der Doppelbilder.

Farbe der objectiven Streifen und des Grundes.	Farbensäume der äussern Ränder der Doppelbilder.	Farbensäume der innern Ränder der Doppelbilder.	Fälle.
Schwarz auf weissem Grunde	Rothbraun ins Gelbe verwaschen	Blau.	Mein linkes Auge.
Violett auf weissem Grunde	Orange	Himmelblau.	
Gesättigt blau auf weissem Grunde	Gelbröthlich	Lichtblau.	
Saftgrün auf weissem Grunde	Gelb	Blaugrün.	
Gelb auf weissem Grunde	Verwaschen gelb	Gelblichweiss.	
Scharlachroth auf weissem Grunde	Gelblich	Violett.	
Dunkelpurpurroth auf weissem Grunde	Gesättigt gelb mit einem Stich ins Röthliche	Blau.	
Schwarz auf weissem Grunde	Braungelb bloss auf dem falschen Bilde	Grau verwaschen.	Mein 3. Fall.
Weiss auf schwarzem Grunde	—	Röthlich.	Szokalski's 2. Fall.
Gelb auf schwarzem Grunde	Orange am obern Rande des untern Bildes	—	
Weiss auf schwarzem Grunde	Blau	Gelb.	Szokalski's 3. Fall
Gelb auf schwarzem Grunde	Grün	Orange.	

Bei genauer Durchsicht dieser Tabelle wird man mit vorläufiger Rücksichtsnahme auf die Erscheinungen in meinem Auge leicht finden, dass die sehr dunkeln Farben, die schwarze, violette, gesättigtblaue und dunkelpurpurrothe in den Doppelbildern stets von Farbensäumen begleitet sind, die in sich alle Elemente des weissen Lichtes enthalten, nämlich Gelb, Roth und Blau. Die minder brechbaren Farbenstrahlen, die gelben und rothen vereint, säumen die äussern Ränder der Doppelbilder ein; die blauen Strahlen, deren Brechungsexponent ein viel grösserer ist, finden sich hingegen an dem inneren Rande der Doppelbilder. Bei den grünen Streifen sind diese Farbensäume mit den Grundfarben des Objectes verunreinigt; ebenso mischt sich in dem äussern Farbensaume des scharlachrothen Streifens die Röthe des Objectes. Der gelbe Streifen hat gar keine verschiedengefärbte Säume, die Doppelbilder erscheinen nur in Zerstreuungskreisen mit blassen verschwommenen Rändern. Auf den ersten Augenblick müssen diese wesentlichen Verschiedenheiten sehr überraschen und die Zurückführung auf allgemeine Regeln schwierig, wenn nicht unmöglich erscheinen. Sieht man der Sache näher auf den Grund, so löst sich alsogleich das Räthsel, es ergibt sich dann, dass die Farbe der Doppelbilder mit jener der Farbensäume nur in sofern im ursächlichen Zusammenhange stehe, als sie durch die Tiefe ihrer Tinte von dem weissen Papiergrunde abstechend, die lebhaftesten Contrastwirkungen auf den, neben dem Netzhautbilde gelegenen Theilen der Retina hervorbringt, und eben durch diesen Contrast die weisse Einfassung der dunkeln, objectiven Streifen als Separat-Bilder erscheinen lässt. Es ist deren äussere Grenze eine undeutliche, verschwommene, eben weil die Contrastwirkung mit der Entfernung der Netzhauttheilchen von dem Netzhautbildchen abnimmt. Diese contrastirenden Bilder sind es nun, welche durch Zerlegung in ihre Elementfarben die farbigen Säume auf den Doppelbildern dunkler Streifen hervorbringen. Wo der Contrast fehlt, bei gelben, rosenrothen, lichtblauen etc. Streifen, werden keine Farbensäume wahrgenommen, weil diese Farben gegen die weisse Farbe des Papiergrundes, welche in elementare Farben zerlegbar ist, nicht contrastiren. Die Ränder der Doppelbilder erscheinen unter solchen Verhältnissen verschwommen, von einem gleichfärbigen blässern Zerstreuungskreise eingefasst, der sich auch über die Grenzen des, durch die äussersten Endpunkte der Doppelbilder gelegten Hauptschnittes seitlich ausbreitet, von den wahren Farbensäumen daher sich wesentlich unterscheidet. —

Bei sehr lebhaften Farben, der scharlachrothen, der saftgrünen u. s. w., wirkt der Contrast sowohl als auch die Zerstreuungskreise. Hier erscheint durch Contrastwirkung die weisse Farbe der Einfassung lebhafter, als an entfernteren Stellen des Papiers, sie wird als Separatbild wahrgenommen, welches in seine elementaren Farben, die gelbe, rothe und blaue zerlegt, als Farbensäume die Doppelbilder begrenzt. Relativ zu den dunkelfärbigen Streifen ist die Contrastwirkung, also auch die Intensität des weissen Lichtes, an dem Rande der Doppelbilder eine geringere, es müssen die Farbensäume blässer erscheinen, und die Zerstreuungskreise der objectiven Streifen müssen durchleuchten. Die Farbensäume erscheinen daher gemischt mit der objectiven Farbe der Streifen. Bei sehr dunklen Streifen fallen diese Gründe der Farbenmischung weg, erstlich sind die Farbensäume an und für sich gesättigter, und zweitens erscheinen die Doppelbilder solcher dunkler Streifen sämmtlich dunkelgrau, fast schwarz. Ihre Zerstreuungskreise sind also grau, und können durch Vermischung mit den Farbensäumen keine Veränderung in dem Colorit hervorbringen, ausgenommen eine Dämpfung seiner Lebhaftigkeit.

Dass wirklich der Contrast es sei, welcher die Wahrnehmung der Farbensäume vermittelt, geht ferner aus dem Umstande hervor, dass die Farbensäume bei grösseren Entfernungen des Objectes verschwinden, bei Annäherung an das Object aber an Lebhaftigkeit ihrer Farben zunehmen, und am lebhaftesten sind, wenn die Differenz zwischen der Sehweite und der Objectsdistanz eine möglichst kleine ist, ohne jedoch zu verschwinden. Je kleiner diese Differenz ist, desto schärfer werden die Doppelbilder auf der Netzhaut gezeichnet, desto grösser ist auch der Contrast, in welchem sich neben einander liegende Netzhauttheilchen befinden. Mit der Zunahme dieser Differenz und sofortiger Ausbreitung der Zerstreuungskreise wird aber auch der Contrast in den Erregungszuständen benachbarter Netzhauttheilchen aufgehoben, es etabliren sich Übergänge, die Farbensäume verschwinden.

Höchst auffallend ist in meinem diplopischen Auge die Lagerung der gleichfärbigen Säume. Die minder brechbaren, gelben und rothen Strahlen concentriren sich an den äussern Rändern der Doppelbilder, die blauen an den innern. Nach meinen früheren Mittheilungen sind jene Strahlen, welche das falsche Bild zusammensetzen, stärker gebrochen als jene des wahren Bildes. Eine einfache Betrachtung der Farbensäume in den Doppelbildern meines diplopischen Auges (Fig. XXIII) ergibt, dass die das wahre Bild begleitenden Farbensäume ganz den gewöhnlichen Gesetzen der Lichtbrechung folgen, die gelben und rothen Strahlen haben eine geringere Brechung erlitten, als die blauen. Umgekehrt verhält es sich aber mit den Farbensäumen des falschen Bildes, hier ist offenbar der Brechungsexponent der gelben und rothen Strahlen ein viel grösserer geworden, als jener der blauen, die Brechung der das falsche Bild zusammensetzenden Strahlen geht nach Gesetzen vor sich, die von den gewöhnlichen ganz abweichen.

Auch in Szokalski's drittem Falle lassen sich die färbigen Säume nur durch den Contrast der, gegen den schwarzen Grund abstechenden Ränder des weissen und gelben Streifens erklären. Da in diesem Falle die blauen Säume aber aussen, die gelben und rothen innen liegen, so müssen sich die Brechungsexponenten dieser Farbensäume relativ zu den in meinem Auge nachweisbaren verkehrt verhalten.

Ganz analog diesen Farbenerscheinungen sind auch jene, welche in meinem Auge auftreten, wenn es unter günstigen Verhältnissen dreifachsehend geworden ist. Das obere falsche Bild verhält sich ganz so, wie bei diplopischem Zustande des Auges, sein oberer Rand hat einen rothgelben Saum, der andere Rand aber einen blauen. Ebenso ist der obere Rand des wahren Bildes blaugesäumt, der untere hat aber seinen gelben Saum verloren, dieser ist an den untern Rand des untern falschen Bildes gerückt; der Zwischenraum zwischen den letzten beiden Bildern hat die Farbe des Papiers, hier mangelt jeder Farbensaum. Dieses Verschwinden des Farbensaumes erklärt sich einfach dadurch, dass der untere Rand des wahren Bildes in Bezug auf das obere falsche Bild gelb gesäumt erscheinen sollte, in Bezug auf das untere falsche Bild aber blau, es trifft hier also die blaue und rothgelbe Farbe zusammen, sie müssen durch Complement den

Zwischenraum in der weissen Farbe des Papiers erscheinen lassen, und dieses um so mehr, als der Zwischenraum zwischen diesen Bildern ein sehr kleiner ist, die Farbensäume der beiden genannten Streifen also zusammenfallen, und dadurch auch das Blau des obern Randes des untern Streifens zu Weiss complementirt wird. Aus dem Verschwinden der Farbensäume in dem Zwischenraume zwischen dem wahren und dem untern falschen Bilde, sowie aus der gelben Einsäumung des unteren Bildes geht also mit Evidenz hervor, dass die beiden falschen Bilder in der Triplopie von Strahlen zusammengesetzt werden, die nach ganz gleichen, von den gewöhnlichen abweichenden Gesetzen gebrochen werden.

Bezüglich der Farbensäume in pentalopischen Augen habe ich keine Erfahrungen; dem Vorausgehenden nach zu schliessen, dürfte ich mich aber nicht täuschen, wenn ich auch für diese eine ganz analoge Strahlenbrechung in einzelnen Augen voraussetze. Nur dürften hier bloss die äussern Ränder der äusseren falschen Bilder Farbensäume aufzuweisen haben, denn falls die entgegengesetzten Ränder eines jeden einzelnen Bildes verschiedene Farben haben sollen, wie bei Diplopie, so müssen durch Complement die Zwischenräume der einzelnen Bilder weiss erscheinen. Bei der geringen Lichtintensität der äussersten Bilder dürften aber auch die Säume derselben nur sehr schwierig zu beobachten sein.

Bei Polyopie mangeln mir alle Anhaltspunkte, um in dieser Beziehung irgend eine bestimmte Vermuthung zu wagen. Jedenfalls werden ähnliche Gesetze hiebei in Anwendung kommen. Die Art aber, wie die Farbensäume hier in die Wahrnehmung treten, ist ganz unbekannt.

XI. Die bisher aufgestellten Hypothesen kritisch beleuchtet.

Die Beobachtung, dass die Diplopie und Polyopie nicht selten verbunden mit eclatanten Congestionen zu dem Auge vorkömmt, besonders wenn diese Congestionen Folge einer vorläufigen intensiven Anstrengung des Gesichtes sind, konnte nicht verfehlen, in vielen Augenärzten den Gedanken rege zu machen, es seien blutführende Organe, welche die Ursache des Mehrfachsehens in sich tragen, namentlich die Netzhaut und nebenbei in ganz unbestimmter Weise die Aderhaut, und dieses um so mehr, als in einigen Fällen gleichzeitig mit der Diplopie und Polyopie sogenannte Reizungssymptome, Funken-, Mückensehen u. dgl., vorhanden waren. Wo diese Erklärung nicht ausreichte, griff man ohne weiters in das dunkle Feld der Krankheiten des Sehnerven, des Gehirns, und die Erklärung war gefunden. Ja, das Genie des Menschen erhob sich sogar über das Niveau des sinnlich Wahrnehmbaren in die Sphären des Geistigen, und suchte die Diplopie in puren Hallucinationen zu begründen. Szokalski hat sich bereits über die Abgeschmacktheit dieser Ideen hinlänglich ausgesprochen; die Regelmässigkeit der Erscheinungen, die willkürlich durch das physikalische Experiment in denselben zu erzeugenden Modificationen sprechen zu laut gegen diese Behauptungen, als dass es nothwendig wäre, auch nur ein Wort weiter zu deren Widerlegung beibringen zu wollen. Es fanden sich daher auch bald Männer, welche sehr wohl einsahen, dass die Diplopie irgend welchen objectiven Grund, irgend eine Veränderung in dem auf der Netzhaut selbst projicirten Bilde als Ursache haben möge, und bildeten so den Übergang zu denen, welche das fragliche Phänomen in dem dioptrischen Apparate, in modificirter Strahlenbrechung begründet meinen.

So behauptete man, der Grund der Diplopie liege in der amaurotischen Schwäche eines Netzhautpunktes, wodurch das Netzhautbild in zwei Theile getheilt werde, wenn die Strahlen in einer bestimmten Richtung auf die Netzhaut gelangen. Concave Brillen sollen die Diplopie desshalb verschwinden machen, weil sie das Bild auf der Netzhaut verkleinern, und so dessen Theilung unmöglich machen!! Die partielle Amaurose soll Folge einer Congestion, oder anderer Krankheiten des betreffenden Netzhautpunktes oder der dazu gehörigen Nervenfasern, oder endlich vielleicht auch des centralen Ausgangspunktes der letzteren sein. Insofern lehnt sich diese Ansicht an die frühern, während sie andererseits

zugibt, dass die Netzhaut nicht neue Bilder schaffe, sondern die von der Aussenwelt auf sie übertragenen Eindrücke unverändert zu den Centralorganen fortpflanze.

Es dürfte wohl Keinem entgehen, dass eine Theilung des Netzhautbildes durch einen amblyopischen Fleck in der Retina eben eine Theilung in zwei Hälften, keine Verdoppelung desselben Bildes sei. Gesetzt, es kämen solche Punkte in einzelnen Netzhäuten vor, gesetzt, ein Netzhautbildchen würde auf dieser Stelle so erzeugt, dass eine Extremität desselben diesseits, die andere jenseits des amblyopischen Fleckes fiele, müssten bei der geringsten Verrückung des Auges nicht die Grössenverhältnisse der beiden Theilbilder ausserordentlich wechseln und könnten jemals zwei ganz gleich grosse und auch in andern Beziehungen der Wahrnehmung nicht diplopischer Augen analoge, ganze Bilder gesehen werden? müsste ein runder Fleck statt in runden Doppelbildern nicht in zwei Kreishälften erscheinen? u. s. w. Abgesehen von den unzähligen Gegengründen, die sich jedes Kind an den Fingern abzählen kann, welches mit einer biconvexen Linse, allenfalls mit einem Brennglase spielend, Sonnenbilder auf einem dahinter gehaltenen Schirme auffängt, dürfte wohl Jedermann auf den ersten Blick klar sein, dass der Zwischenraum zwischen den Doppelbildern schwarz erscheinen müsste. Er wird aber in der weissen Farbe des Grundes oder in Farbensäumen gesehen, ja, wenn der Grund des Bildes schwarz ist, kann unter Umständen der, kein Licht reflectirende schwarze Grund in Farben wahrgenommen werden.

Eine weitere Hypothese emancipirt sich bereits von dem Glauben an einen durch Congestion etc. erzeugten amaurotischen Punkt in der Retina, sie sucht die Theilung des Netzhautbildchens durch eine Faltung der Netzhaut zu erklären, diese Falte sei nun auf die Retina allein beschränkt, oder aber die Folge einer Falte der darunter gelegenen Aderhaut.

Wer je ein Schattenbild auf einer unebenen Fläche gesehen hat, wird schwer einer derartigen Erklärung Geschmack abgewinnen können. Gesetzt, es wäre die gefaltete Netzhaut an allen Punkten der Falte empfindend, so könnte ein verzerrtes, aber kein getheiltes Bild wahrgenommen werden; zu diesem Zwecke ist eine Amblyopie des Faltenfirstes unerlässlich, wir kommen also auf die vorige Hypothese zurück. Doch nicht allein in Beziehung auf physikalische Gesetze weist diese Ansicht eine krasse Ignoranz nach, auch auf pathologischem Boden erscheint sie als ein ganz merkwürdiges Specimen von Ungereimtheit. Diese Faltung der Retina soll durch Ablagerung wässeriger Exsudate an der äussern Fläche der Netz- oder Aderhaut bedingt sein. Sichl hat auf diese Exsudatablagerungen zuerst aufmerksam gemacht und sie *Hydrops subchoroidalis* getauft. Ich bin durch sehr viele Untersuchungen derartiger Fälle in den Stand gesetzt, über den anatomischen und symptomatologischen Theil dieser Krankheit die detaillirtesten Mittheilungen zu machen, und werde es binnen Kurzem. Vorläufig kann ich versichern, dass Augen mit solchen Falten in der Ader- oder Netzhaut nicht Ein, vielweniger zwei Bilder wahrnehmen, sie sind gewöhnlich amaurotisch, selten nur haben sie noch geringe Grade von Lichtempfindungsvermögen bewahrt.

Wenn die vegetative und sensitive Sphäre des Auges in der Diplopie und daher noch mehr in deren Abarten unmöglich ist, so bleibt nichts anders übrig, als den Grund derselben in dem dioptrischen Apparate zu suchen. Zufälliges Vorkommen der Diplopie und Polyopie in Augen, deren dioptrische Medien irgend eine sichtbare, krankhafte Veränderung eingegangen waren, verfehlte auch nicht, einzelne Männer auf die Möglichkeit der Begründung der Mehrsichtigkeit in dem dioptrischen Apparate aufmerksam zu machen. Bei dem totalen Mangel aller optischen Kenntnisse, konnte es aber nicht anders geschehen, als dass ein jeder Beobachter ein anderes Medium anklagte, je nachdem ihm der Zufall ein mehrsichtiges Auge mit Abnormitäten dieses oder jenes lichtbrechenden Mittels zugeführt hatte. So wurde bald die Cornea, bald die wässerige Feuchtigkeit, bald die Linse, mitunter auch der Glaskörper beschuldigt, ja, wer sollte es glauben, auch die Thränen sollten durch ihre Ansammlung vor dem Bulbus die Diplopie erzeugen können, indem dann theils Strahlen direct auf die Cornea auffallen, theils aber Strahlen, die durch die Thränen bereits gebrochen sind.

Mit ganz besonderem Ingrimme wird die Cornea verfolgt, wahrnehmbare Veränderungen derselben werden ohne weiters beinzichtigt, und wo nichts wahrzunehmen ist, werden ihr ganz einfach unsichtbare Abnormitäten zugeschrieben. So sind es bald partielle Trübungen, bald Facetten, die wieder einmal unter der Gestalt von Geschwüren oder von Substanzverlusten anderer Art in die Erscheinung treten, bald aber unnachweisbar sind, und daher bloss vorausgesetzt werden müssen, bald sind es stellenweise Verdichtungen, für deren Dasein sich auch nicht die kleinste Spur irgend eines vernünftigen Grundes anführen lässt, bald endlich ungemessene, ja nicht einmal beobachtete Krümmungsabnormitäten der Cornea.

Es ist nicht zu läugnen, dass Leukome, sie seien in einfacher Ablagerung plastischer Exsudate begründet oder mit Narben vergesellschaftet, in mehrsichtigen Augen vorkommen können, und ich werde später zeigen, dass der Cornealfleck auf indirectem Wege zur Mehrsichtigkeit führen könne. Doch eine ganz andere Frage ist, ob sie die die Cornea passirenden Strahlen in mehrere Bündel theilen können, deren jedes seinen abgesonderten Vereinigungspunkt hat, und daher eine Mehrheit von Bildern auf der Netzhaut veranlasst. Zufällig beschmutzte Objective oder Oculare eines Fernrohres, eines Mikroskopes, haben nie eine Verdopplung der durch sie betrachteten Bilder zur Folge, eben so wenig Flecke auf Brillengläsern u. s. w. Es ist also schon an und für sich unwahrscheinlich, dass Trübungen der Cornea Mehrsichtigkeit direct zu erzeugen im Stande wären. Übrigens können die auf trübe Flecke der Hornhaut auffallenden Strahlen kein Bild auf der Netzhaut erzeugen, denn die Trübung ist ja eben der Ausdruck der mehr oder weniger vollständigen Reflexion der Strahlen, es können bei Erzeugung der Mehrsichtigkeit also nur die Strahlen in Betracht kommen, welche die durchsichtigen Theile der Cornea passiren. Es ist jedoch kein Grund vorhanden, für diese andere Berechnungsgesetze voraus zu setzen, als in ganz normalen Hornhäuten, die ausser dem Bereiche der Hornhautflecken auffallenden Strahlen müssen alle in Einem, der Distanz des Objectes entsprechenden Punkte hinter dem dioptrischen Centrum des Auges zu einem Bilde vereiniget werden. Das Bild muss wegen der bedeutenden Vereinigung der zu seiner Gestaltung concurrirenden Strahlenmenge lichtschwächer sein, und seine Deutlichkeit muss um so mehr abnehmen, als auch von Seite des Cornealfleckes ein dichter Schatten darüber geworfen wird, denn für den dioptrischen Apparat des Auges steht jedenfalls die Cornealtrübung weit innerhalb der Brennweite, ihr Bild muss daher wegen der enormen Divergenz der Strahlen hinter der Linse in einem sehr ausgedehnten Zerstreuungskreise auf die Netzhaut fallen. Auch die Beugung der durch gesunde Cornealpartien gehenden Strahlen an den Rändern der Flecke kann nicht in Betracht kommen, da die Flecke immer wolkig, verschwommen sind, keine scharfe Grenze haben, und falls dennoch Beugung des Lichtes statt findet, sicherlich eine derartige Zerstreuung der Strahlen damit verbunden ist, dass an das Zustandekommen eines oder mehrerer, dem wahren ganz ähnlicher falscher Bilder nicht gedacht werden kann. Falls es Jemanden beifallen sollte, in dem Durchgange eines sehr feinen Strahlenbündels zwischen dem Rande des Leukoms und dem, ihm gegenüberstehenden Pupillarrande, als einer engen Öffnung, Ähnlichkeit zu finden mit den Bedingungen, unter welchen Beugungs-Phänome des Lichtes erzeugt werden, wo sodann eine Abbiegung des gesammten Bündels von dem normal gebrochenen Strahlenkegel möglich wäre, so genügt eine einfache Besichtigung der durch Spaltöffnungen zu Stande kommenden Spectra mit ihren Interferenzlinien und prächtigen Farben, um jeden Gedanken an eine solche Erklärung aufzugeben, selbst wenn man ganz übersähe, dass dann Vorschieben eines Kantenrandes vor die Pupille ebenfalls Diplopie erzeugen müsste, und dass Diplopie häufiger ohne, als mit Leukom auftritt.

Ganz so stellt sich auch aus der Erfahrung und aus der Theorie die Unmöglichkeit der Vermehrung der Netzhautbilder durch Corneal-Facetten heraus. Es kann Mehrsichtigkeit zwar in einem Auge mit facettirten Hornhäuten vorkommen, allein viel häufiger kommt die Mehrsichtigkeit in Augen vor, deren

Hornhäute nicht die geringste Spur einer krankhaften Veränderung darbieten, ja ich muss gestehen, bei einer namhaften Anzahl von fast centralen Hornhautfacetten, welche ich zu beobachten Gelegenheit hatte, nicht ein einziges Mal trotz aller darauf verwendeten Aufmerksamkeit die Mehrsichtigkeit gefunden zu haben. Würde man nun einwenden, dass nicht die sogenannten Resorptionsgeschwüre, sondern mit freiem Auge unbemerkbare Concavitäten in der Vorderfläche anscheinend ganz gesunder Hornhäute die Mehrsichtigkeit bedingen, so ist einfach zu entgegnen, dass es alsdann ganz unmöglich wäre, zu erklären, wie die Erscheinungen der Diplopie einmal vorhanden sein, ja unter gewissen Umständen sich bis zur Triplopie steigern können, während sie nach dem Verschwinden gewisser Verhältnisse ganz aufhören, um unter entsprechenden Bedingungen abermals in die Wahrnehmung zu treten. Doch zugegeben, die Mehrsichtigkeit sei in Facettirung der Cornea durch Substanzverluste mit ganz wasserhellem, durchsichtigem, concavem Grunde begründet, so gibt eine einfache Betrachtung der Lichtbrechungsverhältnisse in solchen Hornhäuten sogleich die Einsicht in die Unmöglichkeit einer directen Erzeugung falscher, den wahren ganz analoger Bilder. Es kann hier nur von Facetten die Rede sein, welche wenigstens theilweise in das Bereich der Pupille fallen, indem nur unter dieser Bedingung die durch die Facette normwidrig gebrochenen Strahlen zur Netzhaut gelangen.

Die in den physiologischen Werken gebrauchten Formeln für die Lichtbrechungsverhältnisse des Auges berücksichtigen sämmtlich zu wenig die sehr einflussreichen Dicken der einzelnen Medien. Ich halte mich daher an die anerkannt vortrefflichen Formeln des Herrn Professors Stampfer, wie er sie in dem 13. Bande der Jahrbücher des k. k. polytechnischen Institutes in Wien veröffentlicht hat.

Es sei für die Brechung der Lichtstrahlen an der Vorderfläche der Cornea die Distanz des Objectes $D_1 = \infty$. Der Vereinigungspunkt der auffallenden Strahlen $= F_1$, der Brechungsexponent im Verhältnisse zur Luft $M_1 = 1'''.339$, der Radius der Vorderfläche der Cornea $R_1 = 3.'''456$, die Dicke der Cornea im Mittelpunkte $q_1 = 0'''.4$.

Für die Brechung an der hintern Cornealfläche bezeichnen D_2 die Distanz des Objectes, F_2 den Vereinigungspunkt der auffallenden Strahlen, M_2 den relativen Brechungsexponent aus der Cornea in das Kammerwasser $= 0.998$ und R_2 den Radius der Hinterfläche der Cornea $= 2'''.772$.

Es seien ferner d_1, f_1, r_1, m_1, d_2, f_2, r_2 m_2, die reciproken Werthe der angegebenen Grössen. Es ist nun

$$f_1 = (1 - m_1)\, r_1 - m_1\, d_1 \text{ und weil } d_1 = 0$$
$$f_1 = (1 - m_1)\, r_1 = 0.07325$$
$$f_2 = (1 - m_2)\, r_2 - m_2\, d_2 \text{ und weil}$$
$$\frac{1}{f_1} = -D_2 + q_1$$
$$f_2 = (1 - m_2)\, r_2 + \frac{m_2 f_1}{1 - f_1 q_1}\; 0.07492$$
$$F_2 = +13'''.35 \text{ d. i.}$$

parallel auf die Cornea auffallende Strahlen treten unter Winkeln in den Humor aqueus, als würden sie sich in einem, 13'''35 hinter der Cornea gelegenen Punkte vereinigen.

Es sei nun der Radius der Facette $R_1 = 4'''$ und die Dicke der Cornea in der Mitte der Facette sei $= 0'''.2$. Nimmt man abermals $D_1 = \infty$ so ist für die Brechung an der Vorderfläche der facettirten Cornealstelle $f_1 = (1 - m_1)\, r_1 - m_1\, d_1$ und weil $d_1 = 0$

$$f_1 = (1 - m_1)\, r_1 = +\, 0.0633 \text{ d. i.}$$

die Strahlen vereinigen sich in einem Punkte vor der Cornealfacette, es ist also, weil $\frac{1}{f_1} = +D_2 - q_1$ und $d_2 = + \frac{+ m_2 f_1}{1 + f_1 q_1}$

$$f_2 = (1 - m_2) r_2 - \frac{m_2 f_1}{1 + f_1 q} = 0.0634$$

$$F_2 = -15'''.7, \text{ d. h.}$$

die auf die Facette der Cornea treffenden Strahlen vereinigen sich scheinbar in einem, 15'''.5 vor dem Mittelpunkte der Cornealfacette gelegenen Punkte und fallen somit divergent in den *Humor aqueus.*

Angenommen nun, das diplopische Auge sähe das Bild, welches von den, durch die normalen Cornealpartien in das Auge gelangenden Strahlen erzeugt wird, so müssen diese Strahlen durch den Krystallkörper so gebrochen werden, dass ihre Vereinigung gerade auf der Netzhaut zu Stande kömmt. Nimmt man den optischen Mittelpunkt des Krystallkörpers in einer Entfernung von 2'''.32 hinter dem Centrum der Cornealfläche liegend an, wofür Gründe sprechen, so hat man mit Berücksichtigung der Krause'schen Messungen den Abstand des leuchtenden Punktes — a = 11'''.03 und die Vereinigungsweite der vorläufig durch die Cornea convergent gemachten Strahlen α = 7'''.38, und daraus lässt sich die Brennweite des Krystallkörpers relativ zu den umgebenden Medien (Kammerwasser und Glaskörper) berechnen; es ist

$$p = \frac{a\alpha}{\alpha - a} = 22'''.3.$$

Aus diesem findet man nun leicht die Vereinigungsweite der durch die Cornealfacette gehenden Strahlen, es ist hier a positiv und = 18'''

$$\alpha = \frac{ap}{a - p} = -93'''.$$

Die durch die Facette in das Auge gelangenden Strahlen werden durch die Linse vor dem Linsencentrum vereinigt, die Strahlen kommen divergent auf die Netzhaut, und die Wahrnehmung eines Bildes ist unmöglich.

Die directe Begründung der Diplopie in Cornealfacetten findet demnach in der Anwendung optischer Gesetze den Beweis ihrer Unmöglichkeit.

Manche Augenärzte haben sich sogar bemüht, den Causalnexus zwischen Cornealfacetten und diplopischen Bildern durch sogenannte physikalische Experimente handgreiflich zu machen. Sie hatten mit facettirten Sammellinsen gespielt, und indem durch solche Apparate wirklich zwei Bilder erzeugt werden, zweifelten sie keinen Augenblick an der Richtigkeit ihrer Annahme. Sie übersahen, dass die durch diese Linsen erzeugten Bilder jederzeit sehr verschieden in Stellung, Grösse und Lage seien. Ist der Radius der Facette z. B. kleiner als jener der nicht facettirten Linsenoberfläche und steht das Object innerhalb der Brennweite beider Linsentheile, so muss in der Facette ein verkehrtes vergrössertes Bild jenseits, in dem nicht facettirten Linsentheile aber ein aufrechtes vergrössertes Bild diesseits wahrgenommen werden. Steht das Object ausserhalb der beiden Brennweiten, so wird in der Facette ein verkleinertes aufrechtes Bild diesseits, in dem übrigen Theile der Linse aber ein verkleinertes verkehrtes Bild jenseits der Linse erzeugt werden. Eben solche Verschiedenheiten ergeben nun Facetten mit grösseren Radien, und sie lassen sich aus den, in jedem Handbuche der Optik enthaltenen Formeln leicht entwickeln.

Die zufällige Combination einer doppelten oder dreifachen Pupille mit Mehrsichtigkeit hatte auch einige Augenärzte veranlasst, letztere aus der ersteren ableiten zu wollen. Man glaubte in dem Scheiner'schen Versuche eine Hindeutung auf den Vorgang bei Vermehrung der Bilder in solchen Augen zu sehen.

Es liegt jedoch auf der Hand, dass zwischen den Erscheinungen im Scheiner'schen Versuche und der Mehrsichtigkeit bei mehrfacher Pupille durchaus keine Beziehung stattfinde. In dem Scheiner'schen Versuche, soll er gelingen, ist Hauptbedingung, dass die Kartenlöcher sehr fein, und das sie trennende

Zwischenstück relativ von bedeutender Breite sei, so dass der dioptrische Apparat zum grössten Theile beschattet ist und sofort nur sehr dünne Strahlencylinder in das Auge gelangen, deren jeder unter sich nahebei parallele Strahlen enthält, die demnach auch unter fast gleichem Winkel auf Cornea und Linse fallen, und eben desshalb keine merklichen Zerstreuungskreise auf die Netzhaut werfen können, das leuchtende Object möge in welch' immer für einer Distanz vom Auge liegen. Es entstehen unter diesen Bedingungen stets zwei Bilder scharf und rein, wenn die Accommodationsweite des Auges der Objectsdistanz nicht entspricht, und die Bilder stehen um so weiter von einander ab, je grösser die Differenz ist zwischen der Accommodationsweite und der Entfernung des Objectes.

Soll nun Mehrsichtigkeit durch eine mehrfache Pupille erzeugt werden, so müssen die so erzeugten Doppelbilder auch denselben Gesetzen gehorchen. Nach der Erfahrung aller Zeiten sind Augen mit künstlichen Pupillen und solche mit mehrfachen Sehlöchern der Accommodations-Fähigkeit verlustig, und um nähere Gegenstände zu sehen, bedürfen sie convexer Brillen, ihre fixe Accommodationsweite ist also eine sehr bedeutende. Unter solchen Prämissen müssten die Doppelbilder aus einander treten, sobald sich das Object dem Auge nähert, also gerade das Verkehrte von dem, was bei der Mehrsichtigkeit allgemein beobachtet wird. Ich übergehe eine Unzahl von anderen Gegengründen, wie z. B., dass dann der Zwischenraum zwischen beiden Bildern dunkel erscheinen müsste etc., und wende mich einfach zu dem schlagendsten Beweis von der Unmöglichkeit der Entstehung der Doppelbilder durch eine mehrfache Pupille, ein Beweis, der aus der Unmöglichkeit der Bildung eines begrenzten Schattens durch das die einzelnen Sehlöcher trennende Zwischenstück der Iris hergenommen ist. Die Iris liegt nämlich, wie ich anderorts bewiesen habe, der Linse unmittelbar auf; soll hinter der Linse ein Bild des Zwischenstückes entstehen, so muss dieses letztere nothwendig ausserhalb der negativen Brennweite der Linse liegen, bei dieser Stellung des Zwischenstückes ist aber, die Brennweite p der Linse sei welche sie wolle, der Abstand a des Zwischenstückes jedenfalls kleiner, und weil

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{p} - \frac{1}{a} \text{ und } p > a,$$

so ist α negativ.

Der Schatten des Zwischenstückes wird über eine grosse Fläche der Netzhaut ausgebreitet, es wird die scheinbare Helligkeit des Bildes des Objectes etwas abgenommen haben, getheilt aber kann letzteres nie werden.

Was die Theorie lehrt, bestätigt nun auch die Erfahrung. Man leime schwarze Papierstreifen auf eine Convexlinse, das auf einem Schirme dahinter aufgefangene Bild eines leuchtenden Objectes wird matter, nimmermehr gedoppelt. Übrigens weist auch die oculistische Praxis die Unhaltbarkeit dieser Hypothese nach, indem nur sehr selten Augen mit mehrfacher Pupille diplopisch getroffen werden. Sollte aber wirklich eine derartige Combination vorkommen, so ist aus den oben angeführten Gründen die Ursache der Bildervermehrung sicher in anderen Umständen zu suchen, und spätere Capitel werden den indirecten Zusammenhang dieser beiden Krankheitserscheinungen an's Tageslicht stellen.

Nicht glücklicher war man mit der Erklärung der Diplopie aus krankhaften Veränderungen der Linse. Würde man die Erscheinungen der Diplopie und die dioptrischen Gesetze nur mit einiger Aufmerksamkeit studirt haben, so wäre es ganz unmöglich gewesen, partielle Trübungen der Linse, beginnende Katarakten in directen Causalnexus zu bringen mit der Mehrsichtigkeit. Man würde dann eingesehen haben, dass die trüben Stellen der Linse eben desshalb trübe sind, weil sie das auffallende Licht reflectiren und daher wenig Lichtstrahlen zur Netzhaut gelangen lassen, die durchsichtigen Theile der Linse aber, indem sie ihrer Form nach unverändert bleiben, keine Änderung ihrer Brechungsverhältnisse erlitten haben können. Es können also nur Beugungsphänomene an den Rändern der getrübten Linse

hervorgebracht werden, gebeugtes Licht ist aber zerstreutes Licht, und es frägt sich, welcher lichtsammelnde Apparat hinter der Linse diese zerstreuten Strahlen zu einem oder mehreren falschen Bildern sammeln soll. Sollte es Jemanden beifallen, eine Theilung des durch die Linse gesammelten Bildes aus balkenartigen oder aus anders gestalteten Trübungen einzelner Linsentheile deduciren zu wollen, so verweise ich ihn einfach auf die, gegen die Erzeugung der Diplopie aus mehrfacher Pupille aufgeführten Gründe und rathe ihm, Experimente mit beschmutzten, zerkratzten und aus unreinem Glase verfertigten Sammellinsen zu machen.

In der Sucht, das Phänomen der Diplopie zu erklären, hatte man auch zerstückelte Linsen als die Ursachen der Mehrsichtigkeit hingestellt. Spontan zerfällt nur eine kataraktös degenerirte Linse in mehrere Stücke, hier kann von keiner Diplopie die Rede sein, indem die Stücke das Sehloch verlegen. Würde aber auch einmal eine gesunde Linse zerstückelt, so bleiben die Stücke entweder in gegenseitiger Berührung, die Form der Linse wird nicht geändert, bis nachträglich Katarakt eintritt, welche das Auge unbrauchbar macht, oder aber werden die einzelnen Stücke der durchsichtigen zerbröckelten Linse gegenseitig getrennt, und dann gehört wieder nicht viel dazu, um einzusehen, dass diese Stücke eben ganz unregelmässige Stücke sind, die, wollte man ihre Brechungsverhältnisse studiren, in eine Unzahl Prismen von den verschiedensten Brechungswinkeln zerlegt werden müssten, und da Prismen das Licht nicht sammeln, sondern ablenken und zerlegen, so müsste eine solche Zerstückelung der Linse, wie es auch die Erfahrung zeigt, wohl eine gänzliche Zerstreuung der nach allen Richtungen abgelenkten Strahlen, nur Lichtempfindung, nie aber die Wahrnehmung eines oder mehrerer gesonderter Bilder vermitteln. Dieses scheint man auch eingesehen zu haben, und daher wurde hier und da auf eine Gestaltveränderung der Linse das Augenmerk gerichtet. In durchsichtigen Linsen hat zwar noch Niemand einen solchen Formwechsel beobachtet, doch was beirrt das? Man ging sogar so weit, als einen Grund der Möglichkeit eines Formwechsels der Linse die Beobachtung von Monro anzuführen, der eine harte *Cataracta* von natürlicher Grösse, aber dreieckig, mit unebener rauher, gelblichweisser Oberfläche gefunden hat; ja sogar der Kegel, welcher die *Cataracta pyramidalis* constituirt, soll einen derartigen Grund abgeben.

Es bedarf nun wohl in unsern Zeiten, wo wenigstens die anderen Zweige der Medicin sich von der naturphilosophischen Richtung emancipirt und frei von Autoritätsglauben auf dem Wege kritischer Forschung mächtig emporgearbeitet haben, keiner langen Deduction, um die Unrichtigkeit eines Schlusses von der Gestalt eines ganz in seinem Innersten metamorphisirten Organes auf dessen Verhalten im normalen Zustande darzuthun und zu zeigen, dass eine dreieckige Linsenkatarakte für die Möglichkeit einer Gestaltveränderung in Linsen, welche in voller Integrität bestehen, durchaus keine Chancen biete. Wer nur einige Linsenkatarakten verschiedener Gattungen mikroskopisch untersucht, wird finden, dass der Gestaltwechsel derselben schon eine Folge weit vorgeschrittener Metamorphosen der kataraktös gewordenen Linsensubstanz, in secundären Processen bereits staarig entarteter Linsenschichten begründet sei. Ich muss diese Verhältnisse hier unberücksichtiget lassen, um sie späteren Mittheilungen aufzusparen, da sie ohnehin nicht in die Grenzen meines Thema's fallen.

Doch angenommen, es wären wirklich Facetten in der Linsenoberfläche aus anatomischen Befunden kranker Linsen wahrscheinlich gemacht; angenommen, es wäre ein solcher Substanzverlust in der Linsenoberfläche möglich, ohne dass die Durchsichtigkeit der angrenzenden Linsenschalen im geringsten durch den zu Grunde liegenden Process leide. Was geschieht in solchen Verhältnissen mit der Linsenkapsel?

Ich werde binnen Kurzem aus einer grossen Anzahl mikroskopischer Befunde den Beweis herstellen, dass die Kapsel, ein Epithelialgebilde, der Zusammenziehung und sofort der Flächenverminderung nicht fähig sei, sondern bei jeder Metamorphose der Linsensubstanz, letztere möge schrumpfen wie sie will, ihren

ursprünglichen Flächeninhalt behalte, bei Massenveränderung der Linsensubstanz daher sich in unzählige, gewöhnlich ganz unregelmässige Falten werfe, deren Menge, Höhe und Steilheit der Abdachung im geraden Verhältnisse zur Volumsverminderung der Linse wächst. Wenn nun auch die Kapsel wegen ihrer Dünnheit im gespannten Zustande wenig Einfluss auf die Brechungsverhältnisse des Auges üben kann, so ändert sich das Verhältniss, wenn selbe gefaltet und die Strahlen in sehr grossen Einfallswinkeln auf sie fallen. Wegen dem unbedeutenden Brechungsexponenten der Kapsel wird an den Falten sehr viel Licht reflectirt, der übrige Theil aber unregelmässig zerstreut und an eine Erzeugung eines zweiten Bildes durch die Linsenfacette ist nicht mehr zu denken.

Doch gesetzt, es ziehe die Kapsel ungefaltet, gespannt über die Facette, und die Oberfläche derselben sei vollkommen glatt und überdies ein reguläres Kugelsegment. Chossat's Untersuchungen haben den Brechungsexponent der äusseren Linsenschichten dem des *Humor aqueus* ganz gleich herausgestellt. Jedenfalls spricht der Mangel eines Spiegelbildes von der vorderen Linsenfläche positiv gegen die Annahme einer namhaften Differenz. Man will zwar ein solches Spiegelbild gesehen haben, denn Jeder schämt sich, etwas nicht zu sehen, was ein Anderer vorgibt zu finden, doch muss man sich bei solchen Untersuchungen nicht täuschen, und wer vorurtheilsfrei an diese Untersuchungen geht, wird sich von dessen Mangel jederzeit überzeugen. Als Gewährsmann für meine Behauptung glaube ich keinen besseren anführen zu können, als den gründlichen Forscher, Herrn Professor Stampfer. Fehlt aber das Spiegelbild an der vorderen Linsenfläche, so kann der Brechungsexponent beider Medien nicht sehr verschieden sein, der Lichtstrahl geht, ohne eine bedeutende Brechung zu erleiden, durch und es können Facetten an der Oberfläche der Linse keine merklich abweichenden Brechungen der Strahlen veranlassen. Man müsste also diesem zu Folge die Facetten bis in das Parenchym des dichteren Kernes eindringend denken. Abgesehen von der Unmöglichkeit eines so tief greifenden Substanzverlustes der Linse ohne Veränderung der inneren Organisation und sofort ohne Verlust der Durchsichtigkeit, abgesehen davon ist noch zu berücksichtigen, dass unter solchen Verhältnissen die Lichtstrahlen aus dem *Humor aqueus* rasch in den viel dichteren Kern eindringen, und sofort ein sehr lichtstarkes Spiegelbild erzeugen müssten, welches meiner Erfahrung nach in diplopischen Augen nicht existirt, und auch bis jetzt noch von Niemanden als vorhanden angegeben wurde.

Die Schwächen dieser Hypothese waren auch zu auffallend, als dass sich nicht gleich Anfangs Männer gegen dieselbe erhoben hätten. Diese glaubten es besser zu machen, wenn sie statt der Facetten lieber eine winkelige Biegung der Linse als Ursache der Diplopie annahmen. Für den ersten Augenblick könnte man wirklich glauben, dass das Faser-Curvensystem der Linse dieser Formenveränderung günstig sei. Es brauchen sich in einem Durchmesser des Krystallkörpers die jungen Zellen und saftigen Fasern nur stärker zu entwickeln, saftreicher zu werden, und ein winkeliger Vorsprung der Linse ist gegeben. Allein bedenkt man den Widerstand, den einem solchen partiellen Vorwärtsdrängen der Linsenmasse die straff gespannte Kapsel entgegensetzen muss, so fällt auch diese Hypothese. Es wäre eine sehr bedeutende Consistenz der ganzen oberflächlichen Schichten der Linse erforderlich, um zu verhüten, dass die wuchernden Linsenelemente, statt nach der Fläche sich auszubreiten, gerade nach vor- oder rückwärts in einen Sattel sich erheben könnten. Man könnte aber auch auf den Gedanken verfallen, dass eine, auf den Bulbus wirkende Kraft oder vielleicht gar ein, die Linse direct treffender Druck den Krystall winkelig zu biegen im Stande sei. Hier frägt es sich aber, wo ist diese Kraft, wo sind ihre Angriffspunkte? Sind es vielleicht die Augenmuskeln? Diese können es nicht sein, denn diese wirken auf die Wände des Augenapfels, von denen die Linse durch Weichtheile und Flüssigkeiten getrennt sind; ein auf die Wand des Bulbus ausgeübter Druck muss auf alle Contenta des Augapfels gleichmässig vertheilt werden, alle Punkte der Linse werden von ihm gleichmässig getroffen, eine einseitige Vorbauchung der Linse

ist also nicht möglich. Oder ist es die Iris in Verbindung mit dem Ciliarmuskel, welche durch ihre Zusammenziehung und sofortige Verflachung des von ihnen beschriebenen Bogens auf die Ciliarfortsätze drücken, und so mittelst der Zonula an dem Linsenrande gleich Spangen ziehen? Sollte eine Ungleichmässigkeit in der Zusammenziehungskraft einzelner Muskelfaserpartien eine ungleichmässige Spannung der Kapsel und sofort eine winkelige Verbiegung der Linse zu Stande bringen? Auch dieses ist nicht möglich, denn die Ciliarfortsätze drücken direct auf die Vorderwand des Petit'schen Canales, der mit Wasser gefüllt ist, mit Wasser, welches einen ungleichmässigen Druck alsogleich auf alle Punkte rings um die Linse gleichmässig vertheilen muss.

Doch, um positive Gründe gegen die Hypothese vorzubringen, gesetzt, es wäre wirklich eine winkelige Biegung an der Linse gegeben, was kann diese bei dem geringeren Unterschiede zwischen den Brechungsexponenten der äusseren Linsenschichten und des Kammerwassers für einen Einfluss auf den Gang der Strahlen haben? Gar keinen, so lange der Kern nicht selbst winkelig gebogen ist, und diesen als winkelig vorauszusetzen, ist bis jetzt noch Niemanden beigefallen.

Übrigens würde unter solchen Umständen wieder zu eruiren sein, wo die winkelige Biegung bei pleiopischen Augen ohne Linse zu suchen sei. Es finden sich zwar auch in Bezug auf diesen Punkt Auswege in den Annalen der Ophthalmologie, denn es wurde vor ganz kurzer Zeit auch behauptet, dass der Glaskörper durch, auf den Bulbus drückende Geschwülste eine winkelige Gestalt bekomme und so die Diplopie erklären könne, allein diese Behauptung, so wie Erklärung der Diplopie aus Erweichung des Glaskörpers und der Linse und die Ableitung derselben aus dem Mangel an *Humor aqueus* und sofortiger beutelförmiger Faltung der ganz erschlafften Cornea tragen den Stempel der Unwahrheit zu offenkundig an der Stirne, als dass es nöthig wäre, auch nur ein Wort zu deren Widerlegung beizubringen.

So war ungefähr der Stand der Kenntnisse über Pleiopie, als Prevost, der selbst pleiopisch war, seine diesfälligen Erfahrungen veröffentlichte. Er geht auf die nähere Begründung der Erscheinungen nicht ein, sondern behauptet, die Verdoppelung der Bilder im Auge könne auf mehr denn eine Weise zu Stande kommen. Doch sei die einfachste der möglichen Erklärungen aus Formveränderungen der Linse zu schöpfen, ein Sprung, eine muschelähnliche Vertiefung reiche hin, ein doppeltes Bild zu erzeugen, ja es brauche hierzu nur ein Linsensegment mehr gegen das andere geneigt zu sein oder eine Abplattung darzubieten. Prevost bringt also über die Ätiologie der Mehrsichtigkeit im Grunde genommen nichts Neues, doch kann man ihm, der kein Ophthalmolog war, die Verstösse nicht zurechnen, welche er mit seiner Hypothese gegen die Organisationsgesetze des Auges begeht.

Steifensand war der zweite, welcher, durch Prevost's Arbeit aufmerksam gemacht, die Diplopie einer genaueren Untersuchung werth hielt, und sich in deren Erklärung versuchte (Gräfe's und Walther's Journal, 23. Band, S. 80). S. 97 bemerkt er, dass man leicht auf die Vermuthung gerathen könnte, dass vielleicht eine doppelte Strahlenbrechung, wie sie bei gewissen Krystallen beobachtet wird, zu Grunde liege. Allein die Einfachheit dieser Erklärungsweise mag ihm keine Lorbern zu versprechen geschienen haben, er wandte sich sogleich von dem Gedanken ab, und lehnte sich lieber an den Ausspruch Walther's: das Auge sei ursprünglich aus zwei seitlichen Hälften gebildet!! „Es liesse sich wohl denken," heisst es S. 99, „dass in der innersten Organisation der Theile noch eine hinreichende Spur von Trennung und Gegensatz zurückgeblieben sein könnte, um zu bewirken, dass die über den eigentlichen Centralfocus hinausgehenden Strahlen eines äussern Objectpunktes nicht nach allen Richtungen zerstreut werden, sondern bloss in zwei neue, seitliche Strahlenbündel sich theilen, welche Trennung in zwei convergirende Strahlenbündel durch solche Beschaffenheit des dioptrischen Apparates freilich schon gleich entstehen muss, im Centralfocus aber durch die Vereinigung beider gleichsam verschwindet, und hierauf erst bei ihrem weiteren Fortgange zur Retina wieder zum Vorschein kommen kann, wo sie das Doppelbild erzeugt.

Letzteres Weitergehen aus dem Centralfocus kann aber nur bei dem myopischen Auge stattfinden, indem bei dem normalen Auge jener gerade auf die Netzhaut fällt."

Wohl dem, der dieses versteht, es geht über meine Fassungsgabe, und es scheint auch Steifensand so gegangen zu sein, indem er sich sehr bald aus der schwindelnden Höhe dieser Hypothese herablässt, und sehr prosaisch das Doppelsehen aus einer Nichtübereinstimmung der Axen der Cornea und der Linse zu erklären sucht (Ammon's Monatschrift, 1. Band, S. 212). Um nur einigen Halt zu gewinnen, nimmt er ohne weiteres an, diese Nichtübereinstimmung beider Axen sei ein normales Verhältniss, und in normalen Augen würden nur desshalb keine Doppelbilder gesehen, weil hier die beiden Brennpunkte auf der Retina zusammenfallen, während in myopischen die Foci vor die Netzhaut und die Doppelbilder daher um so weiter aus einander fallen müssen, je weiter der Gegenstand entfernt ist.

Auch Szokalski war anfänglich dieser Meinung und belegte seine Behauptung mit vorgeblich angestellten Experimenten mit Brillengläsern, die er so gestellt haben will, dass ihre Axen nicht zusammenfielen. Objecte, durch diese so gestellten Gläser betrachtet, sollen nun doppelt gesehen worden sein. Schon Decondé hat nachgewiesen, dass Szokalski diesen Versuch gar nicht gemacht haben kann, und wer sich nur immer die Mühe nimmt, das angegebene Experiment auszuführen, wird Decondé beistimmen. Wer hat je ein doppeltes Bild gesehen, wenn er durch ein Fernrohr Objecte fixirte, welches Fernrohr durch vielen Gebrauch bereits so schadhaft geworden ist, dass die einzelnen Züge desselben nicht mehr passen, sondern Seitenbewegungen gestatten? Hier sieht man doch offenbar durch Gläser, deren Axen nicht übereinstimmen. Es liesse sich auch gar kein optisches Gesetz für eine solche Brechung anführen.

Szokalski verliess selbst bald diese Theorie, indem er durch Construction optischer Figuren fand, dass bei verschiedener Axenstellung der Cornea und Linse die auf verschiedene Stellen der Cornea auffallenden Strahlen verschieden stark und ohne sich auf der Axe zu einem Punkte zu vereinen, gebrochen werden, dass aber die centralen, zwischen diesen durchgehenden Strahlen zwischen die präsumtiven Doppelbilder fallen, daher nicht zwei, sondern nur Ein verzerrtes Bild auf der Netzhaut entstehen müsse.

Leider hat er sogleich wieder auf diese centralen Strahlen vergessen, und so geschah es, dass er einer Theorie huldigen konnte, die von Decondé aufgestellt wurde und bis jetzt den meisten Anhang gefunden hat, aber so wie ihre Vorgänger durch die Gesetze der Lichtbrechung und durch die Praxis sich als unmöglich herausstellt.

Es wird vorausgesetzt, dass die Cornea einen viel grösseren Einfluss auf die Brechung der Lichtstrahlen im Auge habe, als die Linse, indem der Unterschied zwischen der Dichtigkeit der äussern Luft und der Cornea viel grösser sein muss, als jener zwischen der Dichtigkeit des Kammerwassers und der Linse. Die Cornea ist also das hauptsächlichste der brechenden Medien im Auge. Decondé nimmt nun an, die Cornea werde in Folge etwas kräftigerer Contractionen der Augenmuskeln bei intensiven Anstrengungen des Gesichtsorganes in Gestalt eines sphärischen Winkels vorgedrängt und so in zwei, durch eine Kante getrennte Seitenhälften abgetheilt. Jede dieser Seitenhälften soll nun ihren besonderen Focus haben und so die Diplopie erzeugen. Sind beide Seitenhälften gleich, so erscheinen auch die Doppelbilder gleich, ungleich aber, wenn durch ungleiche Contractionen der einzelnen Augenmuskeln die beiden Cornealhälften ungleich ausgefallen sind. Bei Myopen, die gewöhnlich mit der inneren Hälfte der Cornea sehen (?), soll desshalb das äussere Bild das undeutliche sein. Auch den Umstand glaubt Decondé aus dieser Theorie erklären zu können, dass nahe Gegenstände einfach gesehen werden, ja manchmal bloss Gegenstände mittlerer Entfernung doppelt erscheinen. Es braucht bloss (!!) die innere Hälfte der Cornea myopisch, die äussere presbyopisch zu sein, so liegt die Nothwendigkeit dieser Erscheinung klar am Tage, die nahen Gegenstände fixirt der Kranke durch die innere Hälfte der Cornealhälfte, die sehr fernen durch

die äussere, und nur Objecte mittlerer Distanz mit beiden Hälften. Ja sogar die verschiedene Grösse der Bilder soll abhängen von der verschiedenen Krümmung der beiden Cornealcurven, indem die mehr convexe ein kleineres Bild geben muss. Die Lage der Bilder zu einander soll immer senkrecht auf die Kante des Winkels der Cornea sein.

Eine solche Gestaltveränderung der Cornea soll nun sehr leicht sein durch die Zusammenziehung der Augenmuskeln, indem die Wände des Bulbus nicht straff gespannt, sondern schlaff sind. Daher sollen auch intensive Anstrengungen des Auges beim Besehen kleiner und sehr naher Objecte die Diplopie erzeugen. Daher soll man bei starker Contraction des *Musculus orbicularis* und sofortiger Verengerung der Lidspalte Diplopie, ja selbst Polyopie hervorrufen können, welche nur in der winkeligen Biegung der Cornea durch die darauf drückenden beiden Hälften des *Orbicularis* begründet sind. Daher soll man durch Spannung des äusseren Winkels der Lidspalte nach oben und aussen mehrsichtig werden, und besonders durch starkes Fixiren eines Objectes mit intensiver Anstrengung der Augenmuskeln sogleich die Bilder verdoppeln können.

Dass aber in Folge des Muskeldruckes wirklich eine Formveränderung der Cornea eintreten könne, soll aus einem Falle von Fl. Cunier hervorgehen, der nach Durchschneidung des *Musculus externus* bei einem Kaninchen die äussere Seite des Bulbus stark hervorgetrieben sah. Als weiterer Beleg soll der Umstand dienen, dass man durch gleichmässigen Druck auf die Vorderfläche des Bulbus mittelst eines Ringes niemals Diplopie erzeugen könne, wohl aber Polyopie, wenn man einen einseitigen Druck auf den Bulbus ausübt, oder aber mittelst eines Ringes auf die halbgeöffneten Lider drückt, und während dem den äusseren Spaltwinkel nach innen zieht.

Szokalski führt diese Theorie noch weiter. Als Beweis für den Sitz der Verdoppelung der Bilder in der Cornea führt er einen Fall an, wo Doppelsichtigkeit nach Anlegung einer künstlichen Pupille und Zerstückelung der Linse vorgekommen war. Er gibt nun zwar zu, dass die sphärisch-winkelige Krümmung der Cornea bisher noch nicht beobachtet sei, doch sei dieser Formfehler leicht zu übersehen, und an seiner Existenz um so weniger zu zweifeln, als er mit allen über Doppelsichtigkeit gemachten Erfahrungen übereinstimme, und die Erklärung der Phänomene so wie aller Nebenerscheinungen der Diplopie sehr gut ermögliche. Als Beweis für die Gültigkeit seiner Ansicht führt S. nun an, dass man einen horizontalen Streifen verlängert sehen kann, wenn man die Augenlidspalte horizontal nach aussen zieht, doppelt aber, wenn der Zug schief nach aussen und oben gerichtet ist, eine Erscheinung, die nur durch einen auf die Cornea ausgeübten Druck und sofort durch eine Theilung derselben in zwei Hälften erklärt werden kann. Die beigesetzte Fig. XXIII soll Alles ersichtlich machen. Schiebt man ein Kartenblatt von der Seite her vor die Cornea, so muss erstlich das entgegengesetzte Bild verschwinden; convexe Brillen müssen die Brechung vermehren und so die Doppelbilder aus einander rücken, concave aber das Gegentheil bewirken und sie endlich zusammenfallen machen. Mit der Brechung wird das Licht auch zerstreut; es werden die weniger brechbaren Strahlen *gh* dem Centrum näher fallen, die brechbareren *fi* aber nach aussen zu stehen kommen und so Farbensäume bilden, die desto stärker ausgesprochen sind, je grösser die Distanz der Doppelbilder ist. Dass die Bilder an ihrem inneren Rande mit Beimischung von Roth erscheinen, soll daraus erklärlich sein, dass die Netzhaut aus drei Zonen bestehe, deren vorderste bloss Weiss und Schwarz, die mittlere ausserdem noch Blau und Gelb, das Netzhautcentrum aber auch noch Roth unterscheide.

Als letzter Grund für die Richtigkeit dieser Auffassungsweise der Diplopie werden endlich noch eine Anzahl von Beobachtungen der Doppelsichtigkeit nach Operationen des Strabismus angeführt. Relative oder absolute Schwäche eines Muskels soll demzufolge Diplopie erzeugen, was nur durch winkelige Biegung der Cornea erklärlich sei.

Aus der von Szokalski beigebrachten Fig. XXIII ist zu ersehen, dass derselbe, wie sich auch überall aus dem Contexte seines Aufsatzes ersehen lässt, eigentlich keinen sphärischen Winkel der Cornea, sondern nur eine Biegung derselben in der Form einer abgerundeten Kante gemeint habe. Ich war so glücklich, einen Fall zu beobachten, in welchem eine solche Biegung der Cornea ganz eclatant wahrzunehmen war und verabsäumte natürlich nicht, denselben so gut als möglich auszubeuten.

Der achtzehnjährige Taglöhner L. J. hatte vor 16 Monaten an einer sehr hochgradigen Ophthalmoblennorrhoe gelitten, in Folge deren auf dem rechten Auge die Cornea an zwei, vertical über einander stehenden Punkten ihres Randes, und zwar innerhalb des senkrechten Durchmessers derselben durchbrochen wurde. Die Iris fiel vor, stopfte die Öffnungen, und erzeugte so zwei unregelmässig ovale, quergelagerte, dunkelbläuliche, durchscheinende, knopfförmig hervorragende, flache Bläschen, deren Rand durch einen schmalen, weissgrauen, sehnigen Ring mit den Lochrändern der Cornea fest verwachsen erscheint. Zwischen diesen beiden hanfkörnergrossen Staphylomen springt die Cornea in Gestalt einer senkrecht von oben nach unten laufenden abgerundeten Kante hervor. Die Mittellinie dieser Kante fällt $^1/_2{}'''$ nach einwärts von dem senkrechten Durchmesser der Cornea und von jener Mittellinie fällt die Hornhautfläche in einem sanft gekrümmten Bogen gegen die äussere Peripherie, steil aber gegen den inneren Umfang ab (Fig. XXIV). Ausser den sehr schmalen, die Staphylome umgrenzenden Ringen ist die Cornea in ihrer ganzen Ausdehnung vollkommen klar und durchsichtig. Die lebhaft rothbraune Iris liegt nahe an der Descemeti, die Pupille ist oval, ihr freier Randtheil in der Richtung von aussen nach innen beweglich. Sie bildet eine, einer Ellipse ähnliche Figur mit senkrecht, gerade hinter der Cornealkante gestellter Längsaxe, deren beide Scheitel abgestutzt sind und in die beiden Staphylome fallen würden. Die Breite der Pupille ist gewöhnlich $^5/_4$ Linien.

Als Objecte zu den mit ihm angestellten Sehversuchen wurden drei schwarze Striche auf weissem Grunde verwendet, welche bei einer Länge von einem Zoll eine Linie Breite hatten. Der eine dieser Striche stand senkrecht, der andere quer, der dritte aber war schräg von unten und links nach oben und rechts aufsteigend.

Ich prüfte das Sehvermögen für verschiedene Entfernungen, in unbewaffnetem und in bewaffnetem Zustande des Auges, und die nachstehende Tabelle gibt über die dadurch gewonnenen Resultate eine Übersicht. In der zweiten Rubrik derselben sind die Distanzen der drei Objectivstreifen bei jedem einzelnen Versuche angegeben. Bei den Brillen jedoch steht die Brennweite derselben in Zollen ausgedrückt vor der Objectsdistanz, welche letztere in Schuhen = ′ und Zollen = ″ bemessen wurde.

Rechtes Auge		Objects-Distanz	senkrechter Streifen	wagrechter Streifen	schräger Streifen
Freies Auge		3′	Bloss das Papier, keinen der Streifen		
		2′	trübe, geradlinig	nicht	nicht
		15″	trübe, neblig, nach links gekrümmt	sehr schwach, geradlinig	trübe, geradlinig
		10″	deutlicher, nach links convex	etwas weniger neblig, mehr schwarz	schwarz mit verschwommenem Rande
		5″—6″	stark convex nach links, deutlicher als früher	nebliger als bei 10″ Distanz	undeutlicher als bei 10″ Distanz
Feines Kartenloch		4′	Bloss das Papier, keinen der Streifen		
		3′	nicht	sehr trübe	nicht
		2′	schwach, neblig	sehr trübe	nicht
		1½′—6″	scharf und deutlich	scharf und deutlich	scharf und deutlich
Feiner Spalt	wagrecht	4′	Bloss das Papier, keinen der Streifen		
		2½′	sehr trübe	ziemlich scharf, schwarz	sehr trübe
		1½′	Sehr scharf und deutlich		
	senkrecht	4′	Bloss das Papier, keinen der Streifen		
		2½′	scharf und deutlich	nicht	nicht
		1½′	scharf, schwarz	scharf, schwarz	scharf, schwarz
Concav-Brillen	24″	14″	nicht	sehr trübe	nicht
	14″	14″	scharf, geradlinig	nicht	nicht
	10″	14″	sehr scharf, gerade	nicht	sehr trübe
	6″	14″	sehr scharf, gerade	nicht	nicht
	6″	8″	sehr scharf, gerade	nicht	sehr trübe
Convex-Brillen	30″	3′	Weder das Papier, noch die Streifen		
	30″	2′ 3″	nicht	nicht	sehr trübe
	30″	16″	sehr trübe	sehr trübe	sehr trübe
	30″	10″	trübe	trübe	trübe
	14″	3′	Weder das Papier, noch die Streifen		
	14″	2½′	nicht	sehr trübe	sehr trübe
	14″	1½′	sehr trübe	trübe	trübe
	14″	1′	ziemlich deutlich, gerade	ziemlich deutlich	ziemlich deutlich
	6″	3′	nicht	sehr trübe	nicht
	6″	2′	nicht	trübe	sehr trübe
	6″	14″	trübe, gerade	scharf und deutlich	trübe
	6″	6″	wenig trübe	sehr scharf, deutlich	sehr scharf, deutlich
	4″	3′	Weder Papier noch Streifen		
	4″	6″	Weder Papier noch Streifen		

Der angezogene Fall beweist wohl hinlänglich, dass eine stumpfwinkelige Biegung der Cornea selbst unter den günstigsten Verhältnissen keine Verdoppelung des Objectbildes im Auge zu erzeugen im Stande sei, dass sie vielmehr gleich einem cylindrischen Glasscherben, z. B. dem Stücke einer Seitenwand von einem Trinkglase u. s. w. das Bild bloss verzerre oder aber verkrümme. Die Unmöglichkeit einer Verdoppelung der Bilder durch eine im Sinne Szokalski's gekrümmte Cornea wird Jedermann ganz deutlich werden, wenn er sich in Szokalski's Figur centrale Strahlen einzeichnet, diese müssen doch offenbar auf der Netzhaut zwischen die beiden präsumptiven Foci der seitlichen Strahlen fallen und auch gesehen werden. Da sich aber keine scharfe Grenze zwischen Centralstrahlen und Seitenstrahlen ziehen lässt, so kann auch die Grenze zwischen den drei Bildern nicht scharf sein, es kann nur Ein Zerstreuungskreis, nicht mehrere auf der Netzhaut entstehen, und somit nicht mehrere Bilder, sondern nur Eines wahrgenommen werden. Bei den Seitenstrahlen kann übrigens nur die zunehmende Grösse des Einfallswinkels die stärkere Ablenkung der Strahlen verursachen. Ist dieses der Fall, so müssten die Doppelbilder um so weiter aus einander rücken, je näher das Object ist, indem mit der Verkürzung der Objectsdistanz auch die Grösse des Einfallswinkels der Strahlen wächst, es müsste also gerade das Gegentheil von dem Statt haben, was allgemein beobachtet wird. Wie würde sich weiters die Steigerung der Diplopie zur Triplopie, wie die Polyopie erklären lassen?

Nehmen wir nun an, es sei (Fig. XXV) die Cornea in einen wahren sphärischen Winkel gebogen, und die Kante stehe gerade in dem senkrechten Durchmesser der Hornhaut, so dass deren gekrümmte Fläche in der Mitte durch eine scharfe Kante in zwei gleiche seitliche Hälften getheilt werde, deren Radius 4‴ sei. Die Winkelkante a' sei um 0‴.1 hervorgedrängt über das normale Niveau des Cornealscheitelpunktes a.

Jedermann sieht ein, dass eine solche Biegung der Cornea nur Statt haben könne, wenn auf die seitliche Peripherie der Hornhaut eine Kraft wirkt, welche dieselbe in einer auf die Augenaxe senkrechten Richtung nach einwärts zu drängen sucht, so zwar, dass die beiden Endpunkte des horizontalen Durchmessers der Cornea d und g nach d' und g' rücken.

Es kömmt nun darauf an, zu wissen, wie gross dieses Hineinrücken, wie gross dd' und gg' sein müsse, wenn der Scheitel a um 0‴.1 nach a' getreten ist.

Es ist nach Krause's Messungen die Sehne dg gleich jener der Hinterfläche der Hornhaut = 5‴ mehr der doppelten Dicke des Cornealrandes = 2 × 0‴.5, also $dg = 6'''$, und $bg = bd = 3'''$. Der Radius der Cornealvorderfläche $dc = ac = 4'''$.

Es ist nun aus dem Dreiecke dbc

$$bc = \sqrt{dc^2 - db^2} = \sqrt{16 - 9} = 2.645$$
$$ab = ac - bc = 4''' - 2'''.645 = 1'''.355. \text{ Ferner}$$
$$da = \sqrt{db^2 + ab^2} = \sqrt{g + 1.836} = 3'''.29$$
$$d'b = \sqrt{a'd^2 - (ab + 0'''.1)^2} = \sqrt{10.824 - 2.117} = 2'''.95$$
$$dd' = db - d'b = 3''' - 2'''.95; \text{ also } dd' = gg' = 0'''.05.$$

Es muss demnach der Cornealrand um 0‴.05 gegen die Axe zurücken, der Querdurchmesser der Cornea um 0‴.05 abnehmen.

Um nun zu bestimmen, wie weit die Centra der beiden Cornealhälften aus der optischen Axe heraus, seitlich rücken müssen, ziehe man von dem Endpunkte a' der Sehne $d'a'$ den Radius $a'f$.

Es ist nun in dem Dreiecke dab

$$tang.\ \alpha = \frac{ab}{db} = \frac{1.355}{3} = 0.4516;\ \alpha = 24^\circ\, 18'\, 14'';$$
$$tang.\ \beta = \frac{a'b}{d'b} = \frac{1.455}{2.95} = 0.5101;\ \beta = 27^\circ\, 1'\, 34'';$$

Es ist nun $\beta - \alpha = \gamma; \gamma = 2^{0}43,\ 20''$ und $\gamma = c a' f$ daher

$$cf = a'f \times sin.\ \gamma \text{ und}$$
$$cf = 4''' \times 0.0474 = 0'''.1896.$$

Es rücken somit die Mittelpunkte der beiden Cornealsegmente um 0'''.1896 nach den Seiten der optischen Axe.

Es kömmt nun darauf an, zu untersuchen, welchen Einfluss diese Verhältnisse auf Stellung und gegenseitigen Abstand der wahrgenommenen Bilder haben müssten, falls durch sie die Diplopie begründet würde.

Es sei (Fig. XXVI) $d'\ a'\ g'$ die winkelig gebogene Cornea und es fallen parallele Strahlen in der Richtung der optischen Axe $a'\ r$ ein; ff' sind die beiden Mittelpunkte für die Krümmungen $d'\ a'$ und $g'\ a'$ der Hornhaut. Man denke sich nun $d'\ a'$ und $g'\ a'$ verlängert, und ziehe sich aus f und f' parallel zu $a'\ r$ Radien an die verlängerten Bögen. Der aus f gezogene Radius trifft den Bogen $g'\ a'$ in h, der aus f' kommende Radius aber trifft den Bogen $d' a'$ in k. Die in k' und h einfallenden Strahlen z und x fallen in der Richtung der Radien fh und $f' k$ ein, und müssen ungebrochen durchgehen, es ist xf der Axenstrahl für $g' a'$ und zf' der Centralstrahl für $d'\ a'$. Es müssen alle auf $d' a'$ einfallenden Strahlen in einem Punkte c' des verlängerten Radius kf', und alle in $g'\ a'$ einfallenden Strahlen in einem Punkte c auf dem verlängert gedachten Radius hf zur Vereinigung kommen, und diese beiden Punkte sind nach Herrn Professor Stampfer's Formeln 13'''.75 hinter der Vorderfläche der Cornea gelegen, so dass $hc = kc' = 13'''.75$ ist, während cc' nach dem Vorhergehenden (weil kc parallel zu hc' ist) $= 0'''.3792$.

Nimmt man nun nach Krause die Dicke des Krystallkörpers = 2''' und setzt man dessen optischen Mittelpunkt auf die Axe 2'''.32 hinter die hintere Fläche der Cornea, so ist leicht einzusehen, dass die Strahlen unter Winkeln in das Kammerwasser eintreten, als kämen sie von zwei Punkten, welche, je 0'''.1896 von der optischen Axe abstehend, 11'''.03 hinter dem optischen Mittelpunkte des Krystallkörpers liegen.

In (Fig. XXVII) stellt LMN den von der Linse gebildeten Lichtbrechungsapparat mit der beiderseits verlängert gedachten optischen Axe RF vor, auf welcher O den optischen Mittelpunkt der Linse bedeutet. Die durch die winkelig gebogene Cornea gebrochenen Strahlen treten also so ein, als kämen sie von A und B hinter O und $AC = CB = 0'''.1896$ und $CO = 11'''.03$. Nach den oben angeführten Berechnungen ist die Brennweite der Linse mit Berücksichtigung der dieselbe umgebenden Medien (Kammerwasser und *Corpus vitreum)* = 22'''.3, die Bilder A und B werden in a und b erscheinen, und es ist $cO = 7'''.383$. Es lässt sich nun sehr leicht der wahrgenommene Abstand beider Bilder berechnen, denn es ist

$$ab : AB = Oc : OC$$
$$ab = \frac{AB,\ Oc}{OC} = 0'''.2537 \text{ und}$$

der Gesichtswinkel, unter welchem beide Bilder gesehen werden, ist unter Annahme des optischen Mittelpunktes in einer Entfernung von 7'''.383 vor dem Netzhautcentrum = $1^{0}\ 58'\ 10''$ indem = tang $\frac{1}{2}\ \alpha$, wenn mit α der Gesichtswinkel bezeichnet wird. Der Sehwinkel, unter welchem beide Bilder wahrgenommen werden, ist also bei der geringen Biegung der Hornhaut schon ein so grosser, wie er nur selten beobachtet wird.

Die Unrichtigkeit der Deconde'schen Theorie stellt sich aber erst in klares Licht, wenn man divergent auf die Cornea auffallende Strahlen betrachtet, denn es ergibt sich dann, dass unter gar keiner Distanz des Objects ein Verschwinden des Doppelbildes und sofort ein einfaches Sehen möglich wäre. Es sei (Fig. XXVIII) $d' a' g'$ die Cornea und A ein leuchtendes Object in der verlängerten optischen Axe $c' a' A$, 5'' vor a' gelegen. Denkt man sich wieder $d'\ a'$ nach k und $g' a'$ nach h verlängert und zieht man sich aus den beiden optischen Mittelpunkten F und F' die Radien Fh und $F' k$ so, dass sie verlängert in A sich schneiden, so ist $A\ F$ der Axenstrahl für $g'\ a'$ und AF' der Axenstrahl für $d'\ a'$, und die sämmtlichen

auf $d'a'$ auffallenden Strahlen müssen sich in einem Punkte B' des Axenstrahles Am schneiden, während die auf $g'a'$ auffallenden Strahlen durch die Cornea so gebrochen werden, dass sie in einem Punkte B des Axenstrahles An zur Vereinigung kämen.

Es ist nun, weil $d_1 = 0.01666$

$$f_1 = (1 - m_1)\, r_1 - m_1\, d_1 = 0.0608$$

und weil $\frac{1}{f_1} = -D_2 + q_1$

$$f_2 = (1 - m_2)\, r_2 \frac{+ m_2 f_1}{1 - f_1\, q_1} = +0.0631$$

und $F_2 = 14'''.2$, d. h. $hB = kB' = 14'''.2$ mehr der Dicke der Cornea $0'''.4$, also $hB = kB' = 14'''.6$, $AB = AB' = 74'''.6$, während der Radius der beiden Cornealbögen $kF' = hF = 4'''$ und daher $AF = AF' = 64'''.4$ ist.

Man kann nun ohne bedeutenden Fehler annehmen, dass $Ac = AF' = AF$, $Ac' = AB = AB'$ sei und es ist $BB' = \frac{FF'.\,Ac'}{Ac} = 0'''.439$,

d. h. die durch die winkelig gebogene Cornea erzeugten Doppelbilder würden, wenn bloss *Humor aqueus* hinter der Cornea wäre, $14'''.2$ hinter der Cornealhinterfläche und mit einem gegenseitigen Abstand von $0'''.439$ zu Stande kommen.

Nimmt man nun den optischen Mittelpunkt des Krystallkörpers wieder $2'''.3$ hinter der Cornealhinterfläche gelegen an, so treten die Strahlen unter Winkeln in den *Humor aqueus*, als kämen sie aus zwei, $11'''.9$ hinter dem optischen Mittelpunkte des genannten Lichtbrechungsapparates gelegenen Punkten, die $0'''.439$ von einander und $0'''.2199$ von der optischen Axe abstehen. Werden sie nun so gebrochen, dass sie auf der Netzhaut zur Vereinigung kommen, und daher die Wahrnehmung von Bildern vermitteln können, so ist wieder Fig. XXVII

$cO = 7'''.38$, während $OC = 11'''.9$ und es ist

$$ab = \frac{AB.\,Oc}{OC} = 0'''.2722$$

der wahrgenommene Abstand der Netzhautbilder ist $0'''.2722$. Der Gesichtswinkel, unter welchem dieselben gesehen werden, ist bei Annahme des optischen Mittelpunktes in einer Entfernung von $7'''.38$ vor dem Netzhautcentrum $2^{0}\ 6'\ 46''$ und die Bilder müssen über $2'''$ von einander entfernt gesehen werden, was der Erfahrung aller Beobachter geradezu widerspricht, indem bei so kurzen Distanzen des leuchtenden Objects stets nur ein einziges Bild zur Wahrnehmung kömmt.

Die Unrichtigkeit der bekämpften Hypothese ergibt sich aber noch deutlicher, wenn man bedenkt, dass unter Voraussetzung einer winkeligen Biegung der Cornea auch eine Verdoppelung des Sanson'schen Spiegelbildes der Hornhaut stattfinden müsste, und dass bei der angenommenen Vorrückung der in dem senkrechten Durchmesser der Cornea gelegenen Theile um $0'''.1$, die Spiegelbilder eines sehr weit entfernten Gegenstandes eben so wie jenes einer nahe vor das Auge gehaltenen Kerzenflamme um die Länge $2cf$ aus einander stehen müssten. Denn denkt man sich wieder, (Fig. XXIX) die beiden Krümmungen $d'a'$ und $g'a'$ nach k und h verlängert, so ist x für $g'k$ und y für $d'h$ der Axenstrahl. Auf diesem Axenstrahl muss nun der imaginäre Brennpunkt des, auf jede Cornealhälfte auffallenden Strahlenbündels gelegen sein, und der imaginäre Vereinigungspunkt der Strahlen wird je nach der verschiedenen Distanz des leuchtenden Objects auf hf und kf' auf = und abrücken. Ist das leuchtende Object ein sehr weit abstehendes, so ist $a = \infty$, $\frac{1}{\alpha} = -\frac{1}{p}$, $\alpha = -p$ und da nach der Theorie der Convexspiegel $p = \frac{fh}{2} = \frac{f'k}{2}$, so müssen unter diesen Verhältnissen die Spiegelbilder in p und p' erscheinen. Da sich nun Jedermann überzeugen kann, dass in diplopischen Augen keine Verdoppelung des Corneal-Spiegelbildes stattfindet, so fällt die Hypothese Deconde's, ohne dass es nöthig wäre, weitere Gegengründe anzuführen.

Es frägt sich nun, ist denn überhaupt von Seite der Augenmuskeln ein Druck auf die Seitenwände des Bulbus möglich, der im Stande wäre, die Cornea in eine winkelige Gestalt zu biegen? Es sei Fig. XXX AB die durch den Nasenstachel des Stirnbeins und den Mittelpunkt des grossen Hinterhauptloches gelegte, das Haupt in zwei gleiche Hälften theilende, senkrechte Ebene in der Projection zu einer Linie verwandelt. $ACDE$ sei die Projection der Orbitalöffnung und GG' ein Stück der durch das innere Ende der *Fissura orbitalis superior* gehenden Axe der Orbita, welche mit AB einen Winkel von 15° einschliesst. Es sei nun FF die optische Axe des Auges, welches auf einen unendlich weit entfernten Gegenstand gerichtet gedacht wird, so dass FF parallel AB ist, und der Winkel $G'GF$, welchen die Axe der Orbita mit der optischen Axe einschliesst, gleich 15° ist. Es ist mn der Durchmesser des *Foramen opticum*, m dessen innerer, n der äussere Rand. Von m entspringt der innere gerade Augenmuskel mb, welcher das Bogenstück ab der Bulbuswand umfasst, und $2\frac{1}{2}'''$ hinter dem Cornealrand H in b sich festsetzt; n ist der Ursprung des äusseren geraden Muskels, fe das von ihm umschlungene Bogenstück der äusseren Augapfelwand und e sein Ansatz, $3\frac{1}{3}'''$ von dem äusseren Cornealrande J entfernt. Zieht man sich nun von a und von b die Tangenten bc und ac und vollendet das Parallelogramm $acbd$, so ist ab der Ausdruck für die Kraft, mit welcher der innere Augenmuskel den Punkt b nach a zu ziehen, oder mit anderen Worten um seine senkrechte, in der Projection auf den Punkt o verkürzte Axe zu drehen strebt, während cd die Kraft vorstellt und die Richtung, in welcher der genannte Muskel die Contenta des Bulbus zusammendrückt.

Eben so sind eg und gf Tangenten und $egfh$ ein Parallelogramm, in welchem ef die Grösse des Zuges und hg die Grösse der Druckkraft des äusseren geraden Augenmuskels darstellen; ef kenne ich aus mehreren möglichst genauen Messungen, es ist $7'''$ und $ab = 4'''$ im Mittel. Es handelt sich hier nicht um sehr scharfe Resultate, die bei der ungemein grossen Verschiedenheit der Masse bei verschiedenen Individuen ohnehin kaum zu erzielen sind, annähernde Werthe reichen vollkommen zu dem vorgezeichneten Zwecke aus. Ich habe daher die Zeichnung Fig. XXX nach den, mit möglichster Sorgfalt gemachten Bemessungen gefertigt und bestimme, um complicirten, hier kaum fruchtbringenden Rechnungen auszuweichen, hg und cd aus der Zeichnung selbst, $hg = 5'''$ und $cd = 1'''.333$. Es ist somit bei den äusseren Geraden die Zugkraft 1.4mal grösser als die Druckkraft, und bei den inneren Geraden verhält sich der Druck zum Zuge gar nur, wie 1.333 : 4. Der Druck, der von Seite des äusseren Geraden auf die Contenta des Bulbus ausgeübt wird, ist ferner 3.75mal grösser, als jener des inneren Geraden, wenn die Kräfte, mit der sich beide Muskeln zusammenziehen, gleich sind, oder vielmehr, wenn die Spannung beider Muskeln sich das Gleichgewicht hält, was nothwendig angenommen werden muss, weil sonst der Bulbus in der Stellung FF nicht verharren könnte, sondern seine Axe so weit nach rechts oder links abweichen müsste, als nöthig ist, auf dass die beiden Muskeln ins Gleichgewicht kommen. Da nun die beiden Druckkräfte hg und cd ungleich sind, so kann ihre Resultirende nicht in die optische Axe fallen, sondern muss gegen die geringere Kraft cd hin abweichen. Verlängert man gh und cd, so schneiden sie sich in i, und nach Vollendung des Kräftenparallelogramms $gick$ findet man die Resultirende ki. Diese verlängert trifft in p die Hinterwand des Bulbus, und wegen deren Unnachgiebigkeit muss der Gegenstoss l treffen, einen Punkt in dem Randtheile der Sclera. Dieser Punkt hat demnach den normalen Druck des Augapfelinhaltes, vermehrt um die Resultirende der beiden Muskelkräfte auszuhalten.

Bedenkt man nun die Subtilität der wirkenden Muskeln, bedenkt man ferner, dass nur ein Theil der Summe jener Kräfte anzuschlagen ist, welche von der absoluten Kraft der Muskeln auf den Druck verwendet wird, bedenkt man ferner die enorme Spannung der Augapfelwandungen, wie sie sich durch einen Druck mittelst des Fingers auf den Bulbus leicht schätzen lässt, und bedenkt man endlich, dass die in der Richtung pl wirkende Kraft nicht senkrecht, sondern unter einem Winkel auf l trifft, so wird man wohl zu der Überzeugung kommen, dass unter solchen Umständen eine Vortreibung der Cornea absolut unmöglich

sei, und dieses um so mehr, als bei der parallelen Stellung der Augenaxen der Grad der Muskelzusammenziehung anerkannt ein Minimum beträgt.

Noch ungünstiger, wenn dieses überhaupt möglich ist, werden die Verhältnisse für die Deconde'sche Theorie, wenn man eine starke Convergenz der optischen Axen zum Zwecke der Fixation sehr naher Gegenstände annimmt. Dann rückt der Punkt b gegen a, und nicht nur ab, sondern auch besonders cd muss abnehmen, während ef und hg in demselben Verhältnisse wachsen. Dann muss ip noch näher an die Druckkraft cd rücken, und die Resultirende pl wird nicht mehr den Randtheil der Sclera, sondern einen Punkt nächst des Querdurchmessers treffen. Eine winkelige Biegung der Cornea ist dann gar nicht mehr möglich.

Man sieht auch, dass, wenn in Folge des Muskeldruckes wirklich eine Biegung der Cornea ermöglicht wäre, diese Biegung je nach den stets wechselnden Contractionszuständen der einzelnen Muskeln continuirlich ihren Ort wechseln, einmal auf diese, einmal auf jene Hälfte der Cornea fallen müsste, je nachdem linkseitige oder rechtseitige Objecte fixirt werden.

Es ist aber noch die von den zwei anderen geraden Augenmuskeln ausgeübte Druckkraft zu berücksichtigen, wirken diese, so kann die resultirende Druckkraft nicht eine Ebene vorstellen, sondern sie wird auf eine Linie reducirt, die Resultirende der vier auf einander fast senkrecht wirkenden Druckkräfte wirkt auf einen einzelnen Punkt der Bulbuswand. Wäre in Folge dessen eine Gestaltveränderung der Cornea möglich, so müsste die Vortreibung die Gestalt eines Kegels, nicht aber jene einer Kante bekommen.

Bei allen den vorhergehenden Deductionen ist aber keine Rücksicht auf den Inhalt des Bulbus selbst genommen worden. Dieser ist grösstentheils flüssig, er vertheilt daher den von Seite der Muskeln erlittenen Druck auf alle Punkte gleichmässig. Die von den Muskeln, dem Orbitalzell- und Fettgewebe umlagerten Theile der Bulbuswand sind durch diese widerstandsfähiger gemacht, als das vordere Dritttheil der Augapfelhülle. Da nun aber der Druck auf jeden Punkt dieses Theiles mit gleicher Kraft wirkt, werden sie auch alle sich gleichmässig auszudehnen und so eine gemeinschaftliche Kugeloberfläche zu bilden streben, deren Halbmesser natürlich grösser sein muss, als jener der Cornea allein, und die Cornea wird um so mehr abgeplattet werden, als in Folge dieses Druckes der Winkel, welcher am Rande der Cornea und Sclera gegen das Innere des Bulbus vorspringt, am ersten ausgeglichen werden, und so der Rand der Hornhaut gegen das Niveau ihres Scheitels vorrücken muss. Von der Wahrheit des Gesagten kann man sich sehr leicht überzeugen, wenn man eine Schweinsblase mit Luft anfüllt und die Krümmung ihres Scheitels misst. Drückt man nun die Blase an ihren Seitenrändern zusammen, so wird die Convexität des Scheitels nicht grösser, im Gegentheile der Scheitel flacht sich ab, sein Krümmungsradius wächst. Es kann sich durch Druck auf die Seitenwände des Bulbus der Radius der Cornea also nicht vermindern, er muss grösser werden. Von einer winkeligen Biegung der Cornea kann demnach gar keine Rede sein.

Was nun die Theorie gibt, bestätigt vollkommen die Erfahrung an dem Leichentische. Ich habe eine sehr grosse Anzahl atrophischer Augen anatomisch-mikroskopisch untersucht, und mit grösster Genauigkeit deren Gestaltveränderung studirt. Nur durch diese Beobachtungen wurde ich auf die, den Ansichten der Physiologen widersprechende Art der Muskeleinwirkung auf den Bulbus aufmerksam. Man findet nämlich ganz constant in allen atrophischen Augen den äusseren und vorderen Theil der Sclera sackartig nach Aussen vorgebaucht, während der innere Umfang des Bulbus abgeplattet, eingesunken ist und auch die obere und untere Wand des Augapfels durch Verflachung ihrer Convexität die Druckwirkung des oberen und unteren geraden Augenmuskels erkennen lässt. Ein senkrecht auf die optische Axe gemachter Schnitt stellt stets ein unregelmässiges Rechteck vor und die Einsenkungsstelle des Sehnerven fällt nahe an dessen innere Seite. Ein quer durch den Bulbus in der Richtung der optischen Axe gemachter Durchschnitt bildet aber stets eine ganz unregelmässige Figur, deren Vorderfläche die sehr convexe Cornea trägt und am inneren Rande unter scharfen Winkeln in die innere Fläche der Bulbuswand übergeht, während der

äussere Theil der Vorderfläche mit dem Vordertheile der äusseren Bulbuswand einen weiten Sack bildet, der nach Aussen und Vorne ragt. (Fig. XXXI.) Der einspringende Winkel an der Verbindungsstelle der Cornea mit der Sclera ist an dem äusseren Umfange der Cornea verstrichen. Es ist also aus pathologisch-anatomischen Daten erwiesen, was die Theorie der Muskelwirkung durch Anwendung der Lehre von den Kräftenparallelogrammen voraussetzen lässt. Im Vorbeigehen sei bloss gesagt, dass die Zugwirkung der Muskeln sich in ganz constanten Querfalten zu erkennen gibt, deren tiefste unmittelbar hinter dem Ansatze der Sehnen der vier geraden Augenmuskeln, flachere und unregelmässig gebogene aber rings um den Sehnerveneintritt gelagert sind. Da der Atrophie der Augen ein Erschlaffungszustand derselben vorausgeht, in welchem sie der Muskelwirkung keinen Widerstand entgegensetzen können, sind sie gewiss am meisten geeignet, die Einwirkung der Muskelkräfte anschaulich zu machen.

Ich habe mich gefliessentlich bei der letzteren Hypothese länger aufgehalten, erstens weil sie die jetzt am gangbarsten Gewordene ist, zweitens weil deren Widerlegung aus dem Kräftenparallelogramme der Augenmuskeln auch noch die Unmöglichkeit der Abhängigkeit des jeweiligen Accommodationszustandes von der Wirkung der geraden Augenmuskeln in klares Licht setzt.

Der Hauptbeweis gegen sämmtliche bis jetzt bekannt gewordene Hypothesen über die unmittelbare Ursache der Pleiopie liegt nun in dem verschiedenen Polarisationszustande der einzelnen Bilder. Meine Versuche mit Turmalinplatten haben es herausgestellt, dass das wahre und die falschen Bilder bei der Diplopie, Triplopie und Pentalopie aus Strahlen zusammengesetzt seien, welche nach verschiedenen Richtungen polarisirt sind und bei Polyopie ein ähnliches Verhalten sehr wahrscheinlich gemacht. Meine Versuche haben es sehr wahrscheinlich gemacht, dass bei der Erzeugung mehrerer Bilder im Auge Gesetze walten, welche denen der gewöhnlichen Lichtbrechung durchaus nicht entsprechen und eine genaue Erwägung der einzelnen Erscheinungen lässt keinen Zweifel darüber, dass doppelte Brechung irgend eines dioptrischen Mediums zu Grunde liegen müsse.

Dieses zu beweisen, und so fort alle anderen Erklärungsweisen auszuschliessen, ist nun die Aufgabe.

XII. Erklärung der Mehrsichtigkeit aus den Gesetzen der doppelten Brechung.

Um Wiederholungen zu vermeiden, will ich die Frage zuerst erledigen, welches der dioptrischen Medien des Auges die Rolle eines doppelbrechenden Körpers zu spielen fähig sei.

Sollen im Auge dieselben Gesetze walten, welche bei der doppelten Brechung in andern Medien Geltung haben, so schliesst sich schon die Hornhaut durch den Umstand aus, dass der Winkel, unter welchem die sie treffenden Lichtstrahlen einfallen, um so grösser ist, je näher das leuchtende Object rückt, es müssten also im Auge die Doppelbilder um so weiter von einander treten, je näher das Object rückt, was der Erfahrung widerspricht. Bezüglich der Linse kommt in Betracht, dass auch in Augen, deren Linse verloren ging, Pleiopie auftritt und dass hier die Doppelbilder sich ganz so verhalten, wie in linsenhältigen Augen. Der Sitz der doppelten Brechung in dem *Humor aqueus* schliesst sich durch dessen Mangel an allen Bedingungen aus, unter welchen Körper nach den bisherigen Erfahrungen doppelbrechend werden.

Es bleibt also nur der Glaskörper als der einzig mögliche Repräsentant der doppelten Brechungsfähigkeit über, und es muss ihm um so mehr diese Eigenschaft zugesprochen werden, als nur Er die durchgreifende Anwendung der für die doppelte Brechung geltenden Gesetze erlaubt.

Aus der genauen Betrachtung der in dem zweiten Hauptstücke dargestellten Erscheinungen des Doppelt- und Mehrfachsehens ergibt sich, dass es in dem Auge eine Ebene gebe, welche unter allen Umständen eine ganz constante unabänderliche Lage zu der jeweiligen Stellung der Kopfaxe bewahrt und in den wichtigsten Beziehungen zu den wahrnehmbaren Bildern in dem Auge steht, indem diese stets

eine solche gegenseitige Lagerung erkennen lassen, dass durch entsprechende Punkte derselben gelegte gerade Linien immer jener Ebene, welche ich den Hauptschnitt nannte, parallel laufen. Es stellt sich ferner heraus, dass nicht alle, durch die Pupille in das Auge gelangenden Strahlen zur Bildung der Nebenbilder verwendet werden, dass vielmehr centrale Strahlen und alle Strahlen, welche in einer auf den Hauptschnitt senkrechten Ebene in das Auge gelangen, von der Formation der Nebenbilder ausgeschlossen seien. Es geht daraus endlich hervor, dass jedes der Nebenbilder bloss aus Strahlen zusammengesetzt sei, die einen bestimmten Randtheil der Pupille passiren, während bei der Triplopie Strahlen zweier einander entgegengesetzter Randtheile der Pupille verwendet werden. Es wurde ferner auch sehr wahrscheinlich gemacht, dass bei Pentalopie die beiden Kreisausschnitte der Pupille, welche Strahlen zur Erzeugung der Nebenbilder durchlassen, je in zwei Zonen zu theilen seien, von denen die beiden randständigen den beiden äusseren, die mittleren Zonen aber den beiden inneren Nebenbildern das zu ihrer Gestaltung nöthige Lichtquantum zusenden. Man kann also sagen, dass jedes Nebenbild aus Strahlen zusammengesetzt sei, die unter sich nicht sehr differente Einfallswinkel in den Glaskörper bilden.

Da nach den oben erwähnten Versuchen dieselben Partien der Pupille und sofort der tellerförmigen Grube aber auch Strahlen durchlassen, welche zur Formation des Hauptbildes verwendet werden, ist es ersichtlich, dass bei fast gleichen Einfallswinkeln in den Glaskörper die Strahlen eine sehr differente Brechung erleiden, und dass namentlich die Strahlen, welche zur Formation der Nebenbilder verwendet werden, um ein bedeutendes mehr gebrochen werden, als jene, welche das Hauptbild erzeugen.

Es muss somit das Brechungsgesetz für die, das falsche Bild erzeugenden Strahlen ein anderes sein, als jenes, welches für alle das Hauptbild formirenden Strahlen gilt, Verhältnisse, welche nur dadurch erklärbar werden, dass die Theile des Glaskörpers, durch welche die zu dem Nebenbilde verwendeten Strahlen gehen, das Vermögen acquirirt haben, doppelt zu brechen, und zwar nach Art der einaxigen, positiven Krystalle.

Leider sind unsere Kenntnisse der Krümmungshalbmesser der einzelnen Medien des dioptrischen Apparates im Auge noch so unvollständig, und das Mass der Accommodationsbewegungen der Linse so wenig bekannt, dass eine Berechnung dieser Verhältnisse wenig oder gar keine Früchte bringen kann, und wir uns begnügen müssen, das Factum in seinen rohesten Umrissen kennen gelernt zu haben.

Soll sich nun die Analogie des Glaskörpers mit einem doppeltbrechenden Körper bewähren, so müssen die extraordinären Strahlen um so mehr aus der Ebene des Hauptschnittes herausgebrochen werden, in einem je grösseren Winkel sie die Ebene des Hauptschnittes schneiden. Dass dieses der Fall sei, lehrt die einfache Betrachtung der in Fig. V—IX dargestellten Doppelbilder bei verschiedenen Neigungen des Kopfes und so fort auch des Hauptschnittes im Auge. Wer jemals mit einem senkrecht auf seine krystallographische Hauptaxe geschliffenen Kalkspathkrystalle experimentirt, und namentlich die Doppelbilder einer sehr kurzen Linie bei verschiedenen Drehungen des unmittelbar auf dem Papiere aufliegenden Krystalles gesehen hat, wird die vollständige Identität dieser Erscheinungen mit jenen, welche bei Diplopie auftreten, als Thatsache anerkennen, doch lässt sich auch das oben aufgeführte Gesetz durch Construction finden.

Das Nebenbild bei Diplopie wird nur von Strahlen zusammengesetzt, welche einen gewissen Theil der tellerförmigen Grube passiren. Es sei nun Fig. XXXII O der Mittelpunkt dieser Grube und VDG die Projection eines Durchschnittes dieses bestimmten Theiles. Die Ebene des Durchschnittes sei in einem Winkel α zu der optischen Axe Oa geneigt, und OD, OV, OG seien Halbmesser des Durchschnittes. Der Punkt D liege in der Ebene des Hauptschnittes, und werde von einem Strahle getroffen, der in gleicher Richtung mit der Ebene des Hauptschnittes in den Glaskörper eintritt und hier in zwei Strahlen gespalten wird, deren einer, in den Winkel o gebrochen, zu dem Bilde a verwendet wird, der andere aber, die stärkere Brechung $o+\mu$ erleidend, die Netzhaut in dem Punkte b trifft. Dieser gespaltene Strahl komme aus dem in der Verlängerung der optischen Axe gelegenen Mittelpunkte eines Objects, dessen Längsaxe

senkrecht auf der Ebene des Hauptschnittes stehe, welche letztere wieder perpendiculär angenommen wird, wie sie in meinem diplopischen Auge ist. Unter diesen Umständen wird also der Erfahrung gemäss der Strahl Db in der Ebene des Hauptschnittes bleiben, und b wird senkrecht unter a stehen. Ein von dem Ende der horizontalen Axe des Gesichtsobjectes ausgehender Strahl trifft die tellerförmige Grube in G und begibt sich zu seinem wahren Netzhautbilde c, während der ausserordentlich gebrochene Antheil zu dem falschen Bilde d geht. Der Erfahrung gemäss liegen die beiden Bilder c und d in einer dem Hauptschnitte parallelen Linie unter einander, und die Länge des falschen Bildes db ist jener des wahren ac gleich, es liegen ferner die Axen des wahren und falschen Bildes stets parallel zu m, es ist also $ab = cd$ und $ac = db$ und da ab vertical steht, während die Axe ac des Objectes horizontal liegt, so ist $acdb$ ein Rechteck, in welchem db die Ablenkung des gewöhnlichen Strahles Gc, die Diagonale ad aber die Ablenkung des extraordinären Strahles Gd aus der Ebene des Hauptschnittes vorstellt. Es ist nun

$$ad = \sqrt{ab^2 + db^2}$$

ab ist nach dem Vorhergehenden der Abstand der beiden Bilder, welcher von der Grösse des Einfallswinkels der Strahlen in die Ebene des Glaskörpers überhaupt, und weil $ab = ax$ tang. ρ, auch von der Dicke des Glaskörpers in der Richtung der optischen Axe abhängt.

db ist aber gleich dem Producte aus der Entfernung, in welcher der extraordinäre Strahl die Hauptschnittsebene trifft, und aus der Tangente des Winkels, unter welchen sie sich schneiden, also

$$db = dp. \text{ tang. } \beta.$$

Es ist also mit Grund anzunehmen, dass die die Nebenbilder zusammensetzenden Strahlen Gesetzen folgen, welche in Bezug auf die Brechung extraordinärer Strahlen in doppelt brechenden Körpern Geltung haben, und sollte noch irgend welcher Zweifel obwalten, so muss er durch die Betrachtung der Polarisationserscheinungen in den Bildern diplopischer Augen gehoben werden. Das Haupt- und die Nebenbilder sind in einem Winkel zu einander polarisirt, eine Thatsache, die nur in der Annahme doppelter Brechung eine genügende Erklärung findet, und jede andere Begründung der Pleiopie unmöglich macht, umgekehrt aber auch durch ihre Details den innigen Zusammenhang der doppelten Brechung mit den dioptrischen Verhältnissen des Auges nachweist, und die in dem Vorhergehenden aufgestellten Gesetze des Mehrfachsehens in eclatantester Weise bestätigt.

Das Azimuth der Bilder, oder besser gesagt, der die einzelnen Bilder zusammensetzenden Strahlen wechselt nicht nur in verschiedenen Individuen, sondern auch in demselben Auge je nach den Verhältnissen, unter welchen sich das Auge befindet, ausserordentlich.

Brewster hat für die Änderung der Polarisationsebene nach einmaliger Brechung, wie sie in dem Glaskörper des menschlichen Auges stattfindet, das Gesetz aufgestellt:

$$\text{cotang. } \alpha' = \text{cotang. } \alpha \cos. (i - i')$$

wo α das Azimuth **nach** der diese Änderung herbeiführenden Brechung, α das Azimuth **vor** dieser Brechung, i den Einfallswinkel, i' den Brechungswinkel **für** diese Brechung darstellt.

Da nach dem in dem Vorhergehenden Mitgetheilten die doppelte Brechung erst in dem Glaskörper stattfindet, also nicht polarisirte Strahlen auf die tellerförmige Grube auffallen, deren jeder aus zwei unter einem Winkel von 45° auf einander polarisirten Strahlen bestehend angenommen werden kann, cotang. α also gleich 1 ist, so ersieht man aus dieser Formel, dass das Azimuth der Bilder in diplopischen Augen steigen muss, wenn der Einfallswinkel wächst und der Brechungswinkel abnimmt, oder, weil im Glaskörper die Brechung **zum** Einfallslothe stattfindet, je grösser die Ablenkung des eintretenden Strahles von seiner Richtung bei dem Eintritte in den Glaskörper ist.

Bedenkt man, dass der Einfallswinkel eines, einen bestimmten Punkt der tellerförmigen Grube des Glaskörpers treffenden Strahles bei der geringsten Veränderung in der Accommodationsweite des Auges

und bei jedem Wechsel in der Distanz des Gesichtsobjectes ein anderer werden muss, so wird der stetige Wechsel des Azimuths nicht Wunder nehmen können, im Gegentheil, man wird einsehen, dass der Winkel, welchen die Polarisationsebene der beiden Bilder mit dem Hauptschnitte einschliesst, ein um so grösserer werden muss, je grösser der Abstand des leuchtenden Objectes ist, und für je kürzere Distanzen der Accommodationsapparat des Auges eingestellt ist. Es versteht sich von selbst, dass für linsenlose Augen das Gegentheil gelten muss. Meine Untersuchungen weisen nun wirklich eine Zunahme des Azimuths mit dem Wachsthume des Winkels nach, unter welchem die Strahlen in den Glaskörper einfallen, ja es geht aus ihnen sogar hervor, dass durch willkürliche Einstellungen des Accommodationsapparates für kürzere Distanzen das Azimuth auch willkürlich um mehrere Grade vergrössert werden kann.

Es findet demnach die Identität der Erscheinungen im diplopischen Auge mit den Phänomen der Lichtbrechung in doppeltbrechenden Körpern durch die Polarisationsäusserungen der wahrgenommenen Bilder ihre vollste Bestätigung.

Die an den Doppelbildern beobachteten Farbensäume completiren endlich das bisher Gesagte, indem sie eine totale Abweichung von den für einfache Brechung geltenden Gesetzen beurkunden. Es sind in dem falschen Bilde meines diplopischen Auges die minder brechbaren Strahlen des Farbenspectrums mehr gebrochen, als die brechbaren, eine Erscheinung, welche ihre Analogie wieder nur in doppeltbrechenden Krystallen findet, namentlich in dem zur Reihe positiver einaxiger Krystalle gehörigen Apopholite. Szokalski's dritter Fall weist zwar eine andere Stellung der Farbensäume nach, doch auch diese ist von der Art, dass sie nur in den Gesetzen der doppelten Brechung ihre Erklärung findet, indem auch hier die Brechung der einzelnen Farbenstrahlen in den beiden Bildern eine entgegengesetzte ist.

In dem zweiten Hauptstücke habe ich bereits die vollständige Identität in dem Verhalten der Nebenbilder bei Diplopie, Triplopie und Pentalopie nachgewiesen, bezüglich der Polyopie aber sehr wahrscheinlich gemacht. Folgerecht müssen demnach bei allen diesen Arten der Mehrsichtigkeit dieselben Gesetze gelten. Es frägt sich nun, wie das Erscheinen mehrerer Bilder durch den doppeltbrechenden Glaskörper vermittelt werden, und somit ein für alle Arten der Pleiopie geltendes durchgreifendes Gesetz statuirt werden könne.

Hier kommen besonders die Versuche mit Kartenlöchern und Spaltöffnungen zu Hülfe, welche herausgestellt haben, dass nicht der Glaskörper als Ganzes doppeltbrechend werde, sondern nur Theile desselben, indem jedes der Nebenbilder einem ganz bestimmten Segmente der Pupille und sofort auch der tellerförmigen Grube angehöre. Es muss der Glaskörper aus einer Anzahl Ergänzungstheile bestehend betrachtet werden, welche sämmtlich um die optische Axe regelmässig gelagert sind und, von Natur aus einfach brechend, unter günstigen Umständen das Vermögen der doppelten Brechung acquiriren können, und zwar unabhängig von einander, einzeln und in Verbindung mit anderen Ergänzungstheilen, wobei wieder das Gesetz waltet, dass Ergänzungstheile, welche derselben durch die optische Axe gelegten Ebene angehören, in gegenseitigen Beziehungen stehen, so dass Steigerung der die doppelte Brechung bedingenden Verhältnisse vor Allem das Auftreten der doppelten Brechung in jenen Ergänzungstheilchen vermittelt, welche mit dem bereits doppeltbrechenden Ergänzungstheile in derselben Durchschnittsebene gelegen sind, wo sodann zwei oder vier Nebenbilder entstehen. Unter noch höher gesteigerten Bedingungen endlich kann der ganze Complex der den Glaskörper zusammensetzenden Ergänzungstheile doppeltbrechend werden, und es müssen somit ringsum das, durch Central-Strahlen gebildete Hauptbild Nebenbilder entstehen und die Erscheinungen der Polyopie darstellen.

Aus dem früher Erörterten ergibt sich auch, dass diese doppeltbrechenden Ergänzungstheile nothwendig eine, mit der optischen Axe überhaupt parallel ziehende optische Axe besitzen, und deren Hauptschnitt stets in seiner Verlängerung mit der optischen Axe des Auges in eine Ebene falle.

Also auch in dieser Beziehung lässt sich die Analogie des Glaskörpers mit doppeltbrechenden Körpern nachweisen. Die Differenzen sind eine nothwendige Folge der verschiedenen Organisation.

Es concurriren in der Bildung des Glaskörpers zweierlei Elemente, häutige Gebilde, welche theils in concentrischen Schichten um die optische Axe gelegt sind, theils aber in Form von Radien von der Peripherie gegen die optische Axe streichen, und so den Raum des Glaskörpers in eine Unzahl Fächer theilen, welche mit Glasfeuchtigkeit gefüllt sind. Es ist somit die Substanz des Glaskörpers schon in der Natur in eine Menge gegenseitig isolirter Theile geschieden, ein Verhalten, welches dem Auftreten des doppelten Brechungsvermögens in einzelnen Abschnitten des *Corpus vitreum* einigermassen die Sonderbarkeit benimmt. Weitere Untersuchungen müssen in der Zukunft das Mangelhafte unserer Kenntnisse in Bezug auf diesen Punkt ergänzen, und namentlich den Zusammenhang der inneren Organisation des Glaskörpers mit dessen Abgrenzung in einzelne Abtheilungen, welche unter gewissen Umständen das Licht nach verschiedenen Gesetzen brechen, herausstellen.

Es erübrigt nun noch, den Entstehungsgrund der doppelten Brechung in dem Glaskörper zu ermitteln, und einige wenige Erscheinungen zu erklären, welche in dem Vorhergehenden ihre Erledigung nicht fanden.

XIII. Ursachen der doppelten Brechung in dem Glaskörper.

Bisher kennen wir nur zwei Reihen doppeltbrechender Körper, deren eine von Natur aus mit diesem Vermögen begabt ist, die andere aber erst durch gewisse äussere Einflüsse, nämlich durch Druck oder Wärme und eine dadurch hervorgebrachte Ungleichmässigkeit in der Dichtigkeit der einzelnen Theile doppeltbrechend werden kann.

Offenbar gehört der Glaskörper zu der zweiten Reihe, und da sich eine ungleichmässige Erwärmung desselben nicht annehmen lässt, bleibt kein anderer Erklärungsgrund, als Compression desselben und eine damit gesetzte Ungleichmässigkeit in der Dichte einzelner Partien, welche Ungleichmässigkeit durch die eigenthümliche Structur des Glaskörpers als sehr leicht möglich anerkannt werden muss. Es kommt nun darauf an, die Möglichkeit dieses Druckes zu beweisen, und dessen Zusammenhang mit dem ganzen Complexe der Verhältnisse zu deduciren, unter welchen überhaupt doppelte Brechung auftritt.

Das Auftreten der Diplopie nach andauernden, intensiven Anstrengungen des Auges und dadurch erzeugter Kurzsichtigkeit, die Steigerung der Erscheinungen mit dem Grade der so erzeugten Myopie, vorzüglich aber die Möglichkeit, den Abstand der Doppelbilder und ihr Azimuth willkürlich durch Einstellung des Accommodationsapparates für nähere Distanzen zu vergrössern, lassen keinen Zweifel darüber, dass die doppelte Brechung mit der Accommodationsthätigkeit des Auges selbst in ursächlichem Verbande stehe. Es kömmt also darauf an, die Möglichkeit eines Druckes auf den Glaskörper bei den Accommodations-Anstrengungen des Auges darzuthun, eine Aufgabe, die mich zwingt, auf das Feld der Accommodationslehre selbst überzuspringen, und wo möglich das Wesen der Accommodationsthätigkeit des Auges selbst zu ermitteln.

Die Accommodationsbewegungen des dioptrischen Apparates im menschlichen Auge sind seit langer Zeit Gegenstand des eifrigsten Forschens von Seite der Physiologen gewesen, doch war keiner bisher so glücklich gewesen, eine Erklärung zu geben, die, allen Anforderungen genügend, sich zu behaupten im Stande gewesen wäre. In der Schwierigkeit der Umstände glaubten sogar Einige den Knoten mit einem Male zu zerhauen, indem sie die Accommodation des Auges überhaupt läugneten, und das Auge von Natur aus für alle Entfernungen angepasst betrachteten, ohne dabei jedoch zu bedenken, dass das Accommodations-Vermögen des Auges in der Möglichkeit seines zeitweiligen und dauernden Verlustes die unbestreitbare Garantie seines factischen Bestehens gebe. Es wäre unnöthig und fast unmöglich, Alles, wenn auch nur in Kürze, wiederholen zu wollen, was in dieser Beziehung behauptet wurde; neun und neunzig unter hundert

der gelieferten Hypothesen starben schon während der Geburt, und die übrigbleibenden siechen unter den stetigen Angriffen ihrer mit schlagenden Gegengründen bewaffneten Widersacher elend dahin.

Ich habe schon in dem ersten Abschnitte die Unmöglichkeit dargethan, dass die Augapfelmuskeln in irgend welchem directen Bezuge zu der Accommodation stehen, indem die Resultirende ihrer auf den Augapfel wirkenden Kräfte jeden Moment wechselt. Ich lasse daher alle auf der Wirkung der Augenmuskeln und Veränderung der Cornealkrümmung beruhenden Hypothesen ausser Acht, und dieses um so mehr, als directe Messungen der Hornhautkrümmung unter verschiedenen Accommodationszuständen des Auges einen Wechsel als nicht stattfindend nachgewiesen haben.

Es kann demnach die Accommodation nur in Organen begründet sein, welche innerhalb der Bulbushöhle selbst gelagert sind, und unter diesen können wieder nur die Iris und das sogenannte Ciliarligament, als die einzigen muskulösen Organe von Bedeutung bezüglich der Accommodations t h ä t i g k e i t sein, und sie müssen um so mehr als die Vermittler des Wechsels in dem dioptrischen Apparate betrachtet werden, als die Thätigkeit der Iris bei den verschiedenen Thiergattungen in geradem Verhältnisse zu dem Grade der Accommodationsfähigkeit ihrer Augen steht.

Dieses zugegeben, frägt es sich, was denn eigentlich das Resultat ihrer Activität bezüglich der Accommodation selbst sein könne. Eine Verkürzung der Brennweite des dioptrischen Apparates durch Veränderungen der in dem Augapfel selbst eingeschlossenen Theile desselben kann nur durch Vermehrung der Convexitäten oder aber durch Vorrückung der Linse gegeben sein. Da nun theils durch directe Untersuchungen, theils aber auch durch den factischen Mangel aller Reflexionen an der Vorderfläche der Linse es dargethan ist, dass das Kammerwasser und die äusseren Schichten der Linse gleiche Brechungsexponenten haben, so ist leicht ersichtlich, dass eine Veränderung in der Krümmung der Linsenoberfläche eigentlich gar keinen Einfluss auf die Focaldistanz des Auges haben könne. Es bleibt also nur die Vorrückung der Linse als die einzig mögliche passive Ursache der Accommodationsveränderungen. Es kommt nun darauf an, zu ergründen, wie die Thätigkeit der Iris und des Ciliarligamentes dieses Vorrücken der Linse bewerkstelligen könne.

Man hat neuerer Zeit behauptet, dass der, mit einem Theile seiner Fasern an der inneren Wand des Schlemm'schen Canals und am Rande der Descemet'schen Haut sich ansetzende Ciliarmuskel durch seine Contraction die Choroidea anspannen, und so das von ihr umschlossene Rotationsellipsoid in ein Rotationssphäroid umzustalten fähig sei, wodurch, indem das letztere bei gleicher Peripherie ein geringeres Cubikmass enthält, der Glaskörper eingeengt, und so die Linse nach vorne geschoben werden müsse.

Bei der grössten Hochachtung, die ich vor den tiefen Kenntnissen hege, welche die Aufstellung dieser Hypothese beurkundet, kann ich doch nicht umhin, einen bescheidenen Zweifel gegen die Richtigkeit derselben zu äussern.

Man kann nämlich sagen, die Augapfelhöhle sei durch die *Zonula Zinnii* und die damit verbundene Linsenkapsel in eine vordere, durch Kammerwasser und die Iris sammt den Strahlenfortsätzen angefüllte Hälfte getheilt, und in eine innere Hälfte, welche den Glaskörper und die Linse etc. birgt. Bedenkt man nun die Spannung, in welcher sich die Augenwände befinden und sofort den Druck, unter welchem sich die in der Bulbushöhle enthaltenen Organe durch ihre Anhäufung in der engen Kapsel befinden, so wird es ganz unbegreiflich, wie eine Verringerung des Kubikinhaltes des von der Choroidea umschlossenen Raumes den Krystallkörper vorzurücken im Stande sei, indem ja eben die vordere Hälfte der Bulbushöhle durch wässerige Feuchtigkeit und den Vordertheil der Uvea vollkommen ausgefüllt ist, an ein Nachgeben dieser Theile nach vorne und sofort an ein Ausweichen nicht zu denken ist, es wäre denn, dass die Kraft, mit der die Raumverengerung der Choroidalhöhle eingeleitet wird, eine so bedeutende ist, dass sie den Druck, unter welchem sich die inneren Organe des Bulbus befinden, zu überwinden im Stande sei. Berücksichtigt man die Zartheit der Aderhaut, die doch die ganze Grösse dieser Kraft aushalten müsste, indem sie ja eben das Mittel

abgibt, durch welche diese Verschiebung zu Stande kömmt, so kann man bei aller Anerkennung der Genialität dieser Hypothese derselben keinen Glauben schenken.

Seit Jahren mit physiologischen Untersuchungen des Gesichtsorgans beschäftigt, habe ich das Kapitel von der Accommodation des Auges mit besonderer Vorliebe cultivirt, und bereits vor zwei Jahren die Resultate dieser meiner Untersuchungen in der Zeitschrift der k. k. Gesellschaft der Wiener Ärzte niedergelegt. Ohne Namen, wie ich bin, konnte die dort entwickelte Theorie der Accommodation unter den Physiologen und Physikern keine Aufmerksamkeit erwecken, die meisten Männer meines Faches aber sind der physikalischen Richtung der neueren Medicin zu fremd, als dass sie selbst bei aller möglichen Willfährigkeit dem Thema Geschmack abgewinnen könnten. So geschah es denn, dass meine mühsame Arbeit unbeachtet blieb. Fortgesetzte Untersuchungen haben mich von der Richtigkeit meiner dort aufgestellten und mit theils physiologischen theils pathologischen Gründen belegten Theorie vollkommen überzeugt, und ich glaube gerade in den Erscheinungen der doppelten Brechung einen neuen Beweis für das Thatsächliche des von mir geschilderten Vorganges bei der Accommodation des Auges beibringen zu können. Ich verweise bezüglich der näheren Details und der näheren Begründung meiner Ansicht auf das eben bezeichnete Journal, und beschränke mich hier auf eine ganz kurze Skizzirung meiner Lehre.

Das Ciliarligament, durch Brücke als Muskel erkannt, entspringt mit einem unregelmässig begrenzten Rande an der äusseren Fläche des vorderen Theiles der Choroidea. Seine Muskelfasern ziehen sämmtlich in der Richtung von Radien von hinten und aussen nach vorne und innen, und stellen, indem sie in ihrem Verlaufe nach vorne an Zahl zunehmen, einen im senkrechten Durchschnitte keilförmigen Kranz dar, der, der inneren Fläche der Sclera anliegend, und den Strahlenfortsätzen unmittelbar aufliegend, nach vorne convex, nach hinten aber concav ist. Die äussersten, der Sclera anliegenden Fasern setzen sich theils an der Innenwand des Schlemm'schen Canals, theils aber an der Peripherie der Descemet'schen Haut an. Die Hauptmasse der Muskelfasern aber setzt sich unmittelbar in das Zellgewebsstroma der Iris fort, und die im Bereiche des Ciliarligamentes cylindrischen Faserbündel zerfahren, in der Iris angelangt, baumförmig in eine Menge von Zweigen, welche sämmtlich bogenförmig verlaufen und so an einer andern Stelle des Irisrandes wieder in das Parenchym des Ciliarmuskels zurückkehren, um sich abermals an der Choroidea festzusetzen. So entsteht in dem Parenchyme der Iris ein dichtes Fasernetz, welches sämmtlich aus Muskelfasern besteht, die, dem Ciliarligamente und der Iris gleichmässig angehörend, Ansatz und Ursprung an der Aussenfläche der Choroidea haben, und durch ihre Zusammenziehung nothwendig den Vordertheil der Choroidea nach innen spannen, die Pupille aber erweitern müssen.

Als Antagonist dieses Muskelgewebes wirkt ein den Pupillarrand umkreisender Schliessmuskel, welcher aus in sich selbst zurücklaufenden Kreismuskelfasern construirt ist.

Die Iris steht in dem Auge nicht flach, in einer Ebene, sondern kuppelförmig nach vorne gebaucht, und diese Vorbauchung ist bedingt durch die die Iris stützende und über das Niveau des Hornhautrandes hervorragende Linse, auf welcher der Pupillartheil der Iris unmittelbar aufliegt, wie ich durch theils physiologische, theils pathologisch-anatomische Gründe dargethan habe.

Herrn Professor Stampfer's Messungen haben meine Ansicht bewährt und nachgewiesen, dass der Randtheil der Iris eine bedeutende Krümmung zeige, wenn auch der Pupillartheil etwas flacher ist, was bei der geringen Convexität der die Vorwölbung der Iris bedingenden Vorderfläche der Linse sehr natürlich ist. Ich füge zum Schlusse nur noch bei, dass, wie ich später zeigen werde, die Accommodation des Auges für die Nähe mit einer Abflachung dieses Irisbogens verbunden sei und dass Augen, welche zur Untersuchung dieser Verhältnisse aus sehr grosser Nähe betrachtet werden, sich stets für kurze Distanzen einstellen, in myopischen Augen aber die Abflachung der Iris eine mit der Kurzsichtigkeit in ursächlichem Verbande stehende Erscheinung sei, dass man daher, um die Convexität der Iris sehr eclatant

zu sehen, Augen untersuchen muss, die das Vermögen, sich für kurze Distanzen zu accommodiren, verloren haben, oder aber es noch gar nicht besitzen, also die Augen neugeborner Kinder und die Augen der Greise. In diesen, für weite Fernen eingestellten Augen ist die Krümmung der Iris nach vorne, wie sie dem Ruhezustande des Accommodations-Apparates entspricht, eine sehr deutliche, und bedingt eben die Enge der Vorderkammer, welche man für eine Folge einer Abflachung der Cornea gehalten hat, während man die Grösse der Vorderkammer in myopischen Augen, in welchen eben die Iris mehr abgeflacht ist, in einer Vermehrung der Convexität der Cornea begründet geglaubt hat, was, wie ich dargethan habe und Stampfer's Messungen direct beweisen, ganz falsch ist.

Die Hauptmasse des Ciliarmuskels, so wie die Längsfasern der Iris stellen also einen einzigen, kuppelförmig nach vorne gewölbten und in seinem Zenith durchlöcherten Muskel vor, den Accommodationsmuskel, der seinen peripheren Fixationspunkt in der Aderhaut, den centralen Fixpunkt aber in dem selbstthätig wirkenden Schliessmuskel der Pupille hat. Überwiegende Kraftäusserungen des letztern müssen die Pupille verengen, vorwaltender Contractionsnisus des Accommodationsmuskels aber erweitern und zwar in eben dem Masse, als die Spannung des einen Muskels jene des andern überwiegt. Diese Vertheilung der Muskelfasern hat aber noch eine andere Wirkung. Jeder in einen Bogen gekrümmte Muskel hat nämlich bei seiner Contraction das Bestreben, seine Endpunkte einander zu nähern, zweitens aber auch durch Verwandlung des von ihm beschriebenen Bogens in die Sehne seine Länge zu verkürzen. Er übt also nicht nur einen Zug auf die beiden Endpunkte aus, sondern auch einen Druck senkrecht auf seinen Verlauf auf die in seiner Concavität gelegenen Theile. Dieser Druck wird um so grösser sein, je stärker der Contractionsnisus des Muskels, und je grösser der Widerstand ist, den die beiden Endpunkte ihrer gegenseitigen Annäherung entgegensetzen.

Wenden wir dieses auf den Accommodationsmuskel an, so wird auch hier der senkrecht auf seinen Verlauf ausgeübte Druck um so bedeutender werden, je stärker die Spannung des Muskels ist, je mehr der Sphincter der Pupille contrahirt ist, und je grösseren Widerstand die Aderhaut ihrer Ausdehnung entgegensetzt. Da nun die äusserste Lage der Muskelfasern des Ciliarmuskels zwischen Aderhaut, zwischen dem unverrückbaren Rande der Descemeti und der Sclera ausgespannt ist, und sich gewiss gleichmässig mit der Hauptmasse des Ciliarmuskels zusammenzieht, so ist ersichtlich, dass die Spannung der Aderhaut und sofort die Fixation des peripheren Ansatzes des Accommodationsmuskels in eben dem Grade wachsen muss, als sich dieser Muskel contrahirt. Man kann also sagen, die senkrecht auf den Verlauf des Accommodationsmuskels ausgeübte Druckkraft ist um so grösser, je intensiver die Contraction dieses Muskels und jene des Schliessmuskels der Pupille ist. Dieser Druck trifft nothwendig die, gleich einer Pelote in der Concavität des Accommodationsmuskels gelegenen Ciliarfortsätze, denen er das Bestreben, nach hinten auszuweichen, mittheilen muss. Diese nun drücken auf die in dem Petit'schen Canale enthaltene Feuchtigkeit, welche allenfällige Ungleichmässigkeiten in der auf einzelne Abschnitte des Strahlenkörpers wirkenden Druckkraft ausgleicht, und dieselbe ringsum gleichmässig vertheilt.

Der Petit'sche Canal ist in einem senkrechten Durchschnitte nahebei dreieckig, die äussere obere Fläche desselben empfängt den Druck mittelbar durch die Strahlenfortsätze und das den Canal erfüllende Wasser theilt ihn einerseits der oberen inneren Wand und sofort der Peripherie der hinteren Linsenfläche mit, selbe nach vorne treibend, anderseits aber trifft der grösste Theil der Kraft die breite Hinterwand des Petit'schen Canals und sofort den seitlichen Umfang des Vordertheils des Glaskörpers. Ist dieser Druck nun stärker als die Kraft ist, mit welcher der Glaskörper seine natürliche Form zu behaupten im Stande ist, so wird die hintere Wand des Petit'schen Canals mit den ihr anliegenden Partien des Glaskörpers nach hinten ausweichen müssen. Dieses ist bei der geringen Zusammendrückbarkeit des Glasfluidums aber nur möglich, wenn in eben dem Masse, als diese seitlichen Partien nach hinten rücken, die mittleren, hinter der tellerförmigen Grube

gelegenen Partien nach vorne treten. Dass dadurch die Linse selbst vorgeschoben wird, ist leicht einzusehen. Dieses Vorrücken der Linse kann in der die Vorderkammer füllenden wässerigen Feuchtigkeit kein Hinderniss treffen, denn durch die Abflachung des von der Iris gebildeten Bogens ist ja eben der seitliche Raum der Vorderkammer vergrössert worden und ein Vorrücken der mittleren Theile, d. i. der Linse, ist schon aus diesem Grunde allein nothwendig, indem sonst ein Vacuum in der ringsumschlossenen Vorderkammer entstehen müsste.

Bedenkt man die ungemeine Elasticität des Glaskörpers und seine grosse Nachgiebigkeit gegen jeden, nur auf einen Theil seines Umfanges wirkenden Druck, und vergleicht man diese mit der Grösse der Kraft, welche möglicher Weise von der Summe aller den Accommodationsmuskel zusammensetzenden Fasern auf die Strahlenfortsätze ausgeübt werden kann, so wird ein Vorrücken der Linse unter solchen Umständen als ungemein leicht ausführbar erscheinen, und dieses um so mehr, als eben durch Vergrösserung der Vorderkammer bei Abflachung des Irisbogens ein Moment zum Vorrücken der Linse gegeben wird. Sobald der Druck von Seite des Accommodationsmuskels aufhört, und sofort die Elasticität des Glaskörpers wieder in ihre Rechte tritt, schnellt letzterer in seine natürliche Form zurück, seine Seitentheile treten nach vorwärts und mit ihnen die Strahlenfortsätze, die Iris baucht sich nach vorne, während die mittleren Theile des Glaskörpers zurücksinken, und die Linse um so leichter mit sich ziehen, als eben durch Verengerung der Peripherie der Vorderkammer der *Humor aqueus* das Linsencentrum nach hinten rücken muss.

Unter diesen Umständen kann also der absolute Druck, unter welchem sich die Contenta des Bulbus befinden, ein ganz gleichmässiger bleiben, und doch eine Accommodationsbewegung statt finden, indem im Innern des Auges wirkende Kräfte auftreten, die sich durch einfache Verschiebung der Theilchen in das Gleichgewicht setzen.

Die Einfachheit der ganzen Erklärungsweise spricht gewiss ungemein für die Richtigkeit dieser meiner Lehre, und ich halte mich um so mehr davon überzeugt, als sie ganz auf den eigenthümlichen Organisationsverhältnissen des Auges beruht und nachweist, dass jedes einzelne der bei der Accommodation concurrirenden Organe so und nicht anders beschaffen sein könne, soll es seinem Zwecke entsprechen. Die Strahlenfortsätze müssen keulenförmig gebaut sein, sollen sie als Peloten drücken, die Flüssigkeit des Petit'schen Canals ist der Regulator und die Elasticität des Glaskörpers die Bedingung der Anpassung für die Ferne. Es ist natürlich, dass das Accommodationsvermögen mit der Unfähigkeit des Accommodationsmuskels, sich in die Sehne seines Bogens zu verkürzen aufgehoben werden muss. Dieses bestätigt nun auch die Erfahrung. Anheftungen der Iris an die Cornea, Lähmungen des Muskels durch Nervenleiden, Entzündung, Exsudatablagerungen haben constant den Verlust des Accommodationsvermögens zur Folge. Der positive Beweis für die Richtigkeit meiner Behauptung liegt aber in der Weite der Vorderkammerperipherie bei Accommodationsanstrengungen des Auges für die Nähe, welche Vergrösserung der Vorderkammer ja eben der Abdruck ist für die die Accommodation bedingende Abflachung des Irisbogens.

Ich habe alle diese Gründe weitläufig in meinem oben citirten Aufsatze aus einander gesetzt, und kann mich hier nicht tiefer einlassen, sondern muss auf das dort Gesagte verweisen.

Es erklärt sich nun aus dem über die Accommodation des Auges Gesagten sehr leicht die doppelte Brechung im Glaskörper, sie ist eine Folge des den Glaskörper von Seite des Accommodationsmuskels treffenden Druckes, es erklärt sich die zunehmende Entfernung der Nebenbilder von dem Hauptbilde je nach der Grösse der Intention des Auges für die Nähe, indem unter diesen Umständen nicht nur der Einfallswinkel der Strahlen in den Glaskörper zunehmen, sondern auch durch den Druck selbst der Brechungsexponent des aussergewöhnlichen Strahles zugenommen haben, und durch die vermehrte Vorrückung der Linse die Dicke des Glaskörpers eine bedeutendere geworden sein muss. Es erklärt sich das Auftreten der Mehrsichtigkeit nach intensiven Anstrengungen des Accommodationsmuskels und sofortiger Ausübung eines relativ starken, andauernden Druckes auf den Glaskörper, es sei nun diese Contraction des Muskels eine willkürliche oder

unwillkürliche, wie sie bei Lichtscheu, sympathisch bei krampfhaften Contractionen einzelner, vom dritten Nervenpaare versorgter Muskeln (Strabismus) vorkommt. Es erklärt sich die Pleiopie in Augen, die durch Leucome, Geschwüre, Facetten der Cornea, durch Formfehler der Pupille, durch theilweise Trübungen oder Verlust der Linse des Vermögens, scharf und deutlich zu sehen, beraubt sind, denn es ist ja bekannt, dass solche Augen durch willkürliche Intentionen aller Augen- und selbst der Gesichtsmuskeln das zu ersetzen streben, was zu leisten ihnen durch ihre Erkrankung nicht vergönnt ist, diese Anstrengungen mögen zweckdienlich sein oder nicht. Was diese Krankheiten also direct nicht bewirken können, d. h. die doppelte Brechung im Glaskörper, das führen sie mittelbar herbei, indem sie den Kranken zu stetigen Muskelanstrengungen des Auges einladen, um sein Sehvermögen zu verbessern; dass mit den Contractionen des Accommodationsmuskels aber der Glaskörper gedrückt wird, und so doppelt brechend werden kann, ist aus dem Obigen klar.

Auch das Schwanken der Nebenbilder nach heftigen Anstrengungen des Auges und bei willkürlichen Intentionen desselben für die Nähe erscheint nach dem Erörterten als eine nothwendige Folge des ganzen Accommodationsvorganges, anderseits aber ist es ganz geeignet, die Abhängigkeit der Accommodation von der Thätigkeit der Muskelfasern zu beweisen, welche dem Ciliarligamente und der Iris gleichmässig angehören, und welche in Verbindung mit dem Schliessmuskel der Pupille als der active Theil des Accommodationsapparates bezeichnet wurden. Die Annäherung und Entfernung des Nebenbildes von dem Hauptbilde befolgt nämlich einen gewissen Rhythmus, der den Bewegungen des Pupillarrandes sehr analog ist. Beobachtet man ein Auge, welches für grosse Nähe stark intendirt wird, so findet man eine abwechselnde Verkleinerung und Erweiterung der Pupille, welche doch offenbar nur die Ursache eines schwankenden Gleichgewichtes zwischen der absoluten Spannungskraft des Sphincter und des Accommodationsmuskels sein kann, und mit dem Zittern anderer Glieder, wie es nach andauernden und kräftigen Intentionen der betreffenden Muskeln vorkommt, grosse Ähnlichkeit hat. Bedenkt man, dass das Schwanken der Nebenbilder eben nur nach grossen Anstrengungen des Accommodationsapparates vorkommt, bedenkt man, dass man es willkürlich in dem derart angestrengten Auge hervorrufen kann dadurch, dass man den ohnehin starken, fast übermässigen Spannungsgrad der Muskeln noch vermehrt, so ist leicht einzusehen, dass ein solcher Contractionszustand nur äusserst schwierig für die Dauer festzuhalten ist, es müssen sich Oscillationen in dem antagonistischen Wirken des Schliessungsmuskels und der Längsfasern der Iris einstellen und mit diesen Oscillationen muss auch der Durchmesser der Pupille und die Grösse des auf die Seitentheile des Glaskörpers ausgeübten Druckes innerhalb gewisser Grenzen wechseln, demnach die Linse selbst in eine oscillirende Bewegung von vorn nach rückwärts versetzt werden. Dass aber mit diesen Bewegungen der Linse der Vereinigungspunkt der Strahlen in dem Glaskörper nach vorn und rückwärts schwanken muss, und folgerecht auch die Einfallswinkel der Strahlen in das *Corpus vitreum* grösser und kleiner werden, ist eine ausgemachte Sache. In dem Masse aber, als die Einfallswinkel der Lichtstrahlen in den Glaskörper wachsen und verringert werden, muss auch die Differenz zwischen dem Brechungswinkel der gewöhnlichen und aussergewöhnlichen Strahlen steigen und fallen und somit der Abstand des Nebenbildes wechseln.

Umgekehrt beweist aber wieder das Schwanken der Nebenbilder eine Veränderung des Einfallswinkels der Strahlen in den Glaskörper, somit eine stärkere Brechung der Strahlen in den vor dem Glaskörper gelegenen Augenmedien, d. i. ein Schwanken in der Accommodationsweite, welches Schwanken, da es mit den Oscillationen der Pupille einen ganz gleichen Rhythmus nachweist, wieder nur von dem Spiele und dem relativen Spannungsgrade des Sphincter und des Accommodationsmuskels abhängig sein kann; der Sitz des activen Theiles der Anpassungsfähigkeit des Auges für verschiedene Fernen kann also nur in den Muskeln der Iris und des Ciliarligamentes liegen, und meine Theorie hat einen neuen Anhaltspunkt in den Erscheinungen der doppelten Brechung des Glaskörpers gefunden.

Fig. I

Fig. II.

Fig. III.

Fig. IV.

Fig. V.

Fig. VI.

Fig. VII.

Fig. VIII.

Fig. IX.

Fig. X.

Fig. XI.

Lith. u. Farb. gedr. i. d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Fig. XII.

Fig. XXIII.

Fig. XIII.

Fig. XIV.

Fig. XV.

Fig. XVI.

Fig. XVII.

Fig. XVIII.

Fig. XIX.

Fig. XX.

Fig. XXI.

Fig. XXII.

Lith. u. Farb. gedr. i. d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Fig. XXIII. B.

Fig. XXIV.

Fig. XXV.

Fig. XXVI.

Fig. XXVII.

Fig. XXVIII.

Fig. XXIX.

Fig. XXX.

Fig. XXXI.

Fig. XXXII.

Lith. u. i. Farb. gedr. i. d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

BEITRÄGE ZUR NATURGESCHICHTE VON CHILE.

VON FREIHERRN VON BIBRA.

(Tafel IV — VIII.)

(VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM VIII. JÄNNER MDCCCLII.)

Chile, obgleich mehrfach von wissenschaftlichen Reisenden beschrieben, ist dennoch eines derjenigen Länder, von welchen wir verhältnissmässig immer noch wenige Kenntniss haben.

Ich habe mich fast sechs Monate in Chile aufgehalten und die folgenden Notizen mögen vielleicht einiges Neue bringen oder Zweifelhaftes bestätigen. Untersuchende naturwissenschaftliche Arbeiten, seien sie am Schreibtische und im Laboratorium, oder in stets immer mehr oder weniger bekannten Gegenden des Vaterlandes unternommen, setzen nothwendig eine genaue Bekanntschaft der über den Gegenstand vorhandenen Literatur voraus, und eben so Rücksichtnahme auf früher Erforschtes und Ausgesprochenes.

Ich glaube aber, dass der Reisende, der fremde Länder besucht, wenn er auch vorher sich natürlich mit dem was er sehen und erfahren wird, möglichst vertraut gemacht hat, bei der späteren Schilderung seiner eigenen Erfahrungen so wenig wie möglich auf frühere Angaben Rücksicht nehmen und strenge dem wissenschaftlichen Publicum die Resultate seiner eigenen Forschungen vorlegen soll. Auch bei ziemlich selbstständigen Charakteren mag es wohl der Fall sein, dass sie in irgend einer Sache, welche eben nicht gründlich zu untersuchen Gelegenheit da war, auf ein früher ausgesprochenes Urtheil eingehen, und mancherlei Irrthümer mögen sich auf solche Art in die Wissenschaft eingeschlichen haben. Der schriftstellerische Nimbus desjenigen, der einfach seine eigenen Erfahrungen vorlegt, wird für den Augenblick jedenfalls verlieren, aber ich glaube, dass die Wissenschaft selbst, oder was dasselbe ist, die Wahrheit bei einem solchen Verfahren nur gewinnen kann.

Ich werde daher bei den folgenden Notizen über Chile einfach mein Tage- und Skizzenbuch und die mitgebrachten Exemplare zu Rathe ziehen, und soweit es möglich ist, von fremden Erfahrungen nur jene wiedergeben, die mir von Gelehrten Chile's selbst mitgetheilt worden sind.

Theils in Betreff der Bestimmung der von mir nach Europa gebrachten Naturalien, theils wegen mir auf die freundlichste Weise mitgetheilten Notizen, habe ich meinen besonderen Dank zu bringen den Herren: Bergmeister Kieser (Mineralogie, Geognosie), Dr. Hrm. Schlagintweit (Thermometer- und Barometerbestimmungen), Prof. Dr. Schnizlein, Dr. Steudel, Dr. Sturm und Dr. Koch (Botanik). Endlich den Herren: Prof. Dr. Reichenbach, Prof. Dr. Will und Dr. Sturm (Zoologie).

Valparaiso und Umgebung.

Allgemeiner Überblick.

Schon in einer früheren Abhandlung habe ich den Eindruck geschildert, den die Küste Chile's im Allgemeinen hervorbringt. Indessen sind die Ufer südlich von Valparaiso, wenn man Cap Horn passirt hat und sich der eigentlichen Chilenischen Küste nähert, flacher, als an andern Stellen und namentlich an den nördlichen Partien. Flache, weisse Hügel, die weisse Farbe grossentheils durch Muschelgries bedingt, im Hintergrund aber die mit Schnee bedeckten Gipfel der hohen Cordillera, bilden die Landschaft. Nähert man sich zu Schiffe der Küste mehr, so erblickt man nur selten ein einzeln stehendes Gebäude, obwohl hie und da bebaute Felder nicht fehlen, das Ganze aber gewährt stets einen einförmigen und traurigen Anblick und nichts erinnert an den gepriesenen Süden. Näher bei Valparaiso nimmt die Küstengegend einen etwas interessanteren Charakter an. Steilere Felsenformen beginnen, nicht selten in See vorgeschoben, ähnlich den Grünsteinbildungen der Küste von Bolivien, aber sie sind schon in einiger Entfernung als granitische Bildung zu erkennen, wie denn auch die Form des Küstengebirges selbst, ganz den granitischen Charakter an sich trägt.

Der Hafen von Valparaiso, oder vielmehr der Küstenstrich, in welchen die Bai eingebuchtet ist, hat vom See aus gesehen einen eigenthümlichen tristen und monotonen Ausdruck, und man vermag sich nicht zu erklären, wie die ersten spanischen Entdecker dazu gekommen sind, jene Gegend mit dem Namen: „Thal des Paradieses" zu bezeichnen. Einförmig braun gefärbte Hügel von 1200 bis 1300 Fuss Höhe steigen in geringer Entfernung vom Meere auf, und lassen nur einen schmalen Raum für die Stadt selbst, wenigstens für den älteren Theil derselben, welcher eigentlich nur aus zwei in die Länge gezogenen parallelen Strassen besteht, während die Neustadt oder das frühere Dorf Almendral sich auf einem etwas erweiterten Terrain besser ausbreitet. In geringer Entfernung vom Lande gewinnt indessen die Landschaft einigermassen. Zierliche, meist von Deutschen oder Engländern bewohnte Landhäuser, die sich auf einigen terrassenförmigen Absätzen der höheren Hügel befinden und mit sorgsam gehegtem Pflanzenwuchse umgeben sind, geben hier dem Ganzen einigermassen einen südlichen Anstrich. Wo aber die Cultur nicht die Vegetation unterstützt hat, sind die Hügel und steileren Abhänge der Felsen kahl und ihr einförmiges Braun, durch die Verwitterung des Gesteins bedingt, ist nur hie und da durch einen spärlichen Pflanzenwuchs unterbrochen, dem allein noch der am häufigsten in 8 bis 10 Fuss hohen Exemplaren vorkommende schöne *Cereus peruvianus* einigen Reiz verleiht. Die Schluchten in der nächsten Nähe der Stadt machen keine Ausnahme; auch ihre Wände sind kahl und bloss hie und da mit dem *Cereus* geschmückt, während eine gelb blühende, giftige Nessel *(Loasa acerifolia)* neben ihm noch am häufigsten vorzukommen scheint und das Umherklettern auf den Felsen nicht selten sehr beschwerlich macht. Die Wohnungen der ärmeren Bevölkerung ziehen sich längs dieser Schluchten hin und bieten sehr oft einen höchst malerischen, wenn eben auch nicht glänzenden Anblick.

Dieses kahle und sonnenverbrannte, ja ärmliche Gepräge der nächsten Umgebung der Stadt verliert sich aber allmählich, wenn man nur eine halbe Stunde weit sich von derselben entfernt. Die Schluchten, sowohl deren Sohle als die Felswände, welche sie bilden, sind mit üppigem Pflanzenwuchse bedeckt, und es hält oft schwer sich durch das Gewinde derselben hindurch zu arbeiten. Die Quile, eine Bambusen-Art, hier 15 bis 20 Fuss hoch, in Valdivia noch bedeutend höher, bildet malerische Gruppen und ist mit zierlichen Schlinggewächsen umzogen, während Farren den Boden bedecken und Mimosen und Laurus-Arten dem Ganzen ein gefälliges Ansehen geben. Als eine der schönsten Pflanzen, die häufig an den Abhängen

erscheint, möchte ich die *Pouretia coarctata* bezeichnen, deren oft 8 bis 10 Fuss hoher Blüthenstengel mit tausenden von wohlriechenden Blumen bedeckt ist, und ferner die chilenische Palme, die sich, obgleich seltener, aber desshalb um so schöner decorirend, aus dem niedern Buschwerke erhebt. Weiter gegen Nord tritt dieser Charakter der Schluchten bis an die See hinauf, und schon eine Stunde weit von Valparaiso kann die Küstengegend wirklich eine reizende genannt werden, indem nicht bloss die gegen das Meer hin ausmündenden Schluchten, sondern auch die Felswände selbst mit dem üppigsten Grün bedeckt sind, während auf der Höhe des Küstengebirges bereits die immer grünenden Wälder beginnen. Der Hafen von Valparaiso, der bedeutendste von Chile und ebenso ziemlich einer der ersten der ganzen Westküste, hat in seiner Längsausdehnung, soweit sich nämlich die Bucht gegen Nord hin öffnet, eine Länge von einer Stunde, und fast eine gleiche Tiefe, aber es wird nur eine kleinere Stelle desselben, zunächst der Altstadt, zum Ankergrund benützt. Er hat meist einen guten thonigen Grund, die grösste Tiefe, etwa in der Mitte seiner äussersten Länge, von Ost nach West, 360 Fuss, mehr gegen Land 226′ an 180 bis 84′, doch ist noch weiter gegen Land in der Richtung gegen Ost wieder eine grössere Tiefe, 120′. Noch weiter gegen Ost, in der nicht benutzten Stelle der Bucht ist der Grund theils felsig, theils Sand und wechselt rasch von 180′ bis 54′, aber dort ist auch die Küste durch eine Kette aus der See hervorragender Felsenriffe bezeichnet, und die heftige Brandung macht bisweilen selbst für Boote die Fahrt bedenklich.

Dieser Überblick genügt vielleicht, ein allgemeines Bild von Valparaiso zu geben. Ich werde nun die specielleren geognostischen Verhältnisse, insoweit ich dieselben erforschen konnte, angeben, und nachdem ich einige andere Gegenden Chile's, in welchen ich mich einige Zeit aufhalten konnte, auf gleiche Weise behandelt habe, die übrigen naturgeschichtlichen Notizen folgen lassen, welche ich zu sammeln im Stande war.

Geognostische Verhältnisse von Valparaiso und dessen Umgebung.

Abgesehen davon, dass eine nur einigermassen genauere Erforschung der speciellen geognostischen Erscheinungen, welche eine Gegend bietet, ein jahrelanges Studium erfordert, während ich mich im Ganzen in verschiedenen Zwischenräumen nur etwa 8 Wochen in der Umgebung von Valparaiso aufhielt, ist auch dort das Studium noch sehr erschwert durch den Umstand, dass trotz der Nähe der Stadt doch das Gebirge nur selten durch Steinbrecharbeit aufgeschlossen ist, da man der Erdbeben halber nur wenig mit Steinen baut. Schluchten und Felswände sind oft schwer oder gar nicht zu besteigen, und sehr häufig durch Verwitterung so unkenntlich gemacht, dass die eigentlichen Lagerungsverhältnisse durchaus nicht mehr zu erkennen sind. Es sind die gegebenen Notizen daher grossentheils nur als sehr fragmentarische zu betrachten.

Offenbar ist sowohl um Valparaiso als auch in dessen Umgebung und gegen das Innere des Landes wohl in einer Entfernung von 12 Stunden hin die Familie des Granites das überwiegende Gestein. Die Reihe des Küstengebirges, die sich 1200 bis 2000 Fuss hoch über die See erhebt, bisweilen steil ansteigt, bisweilen terassenförmig, fällt gegen das Innere zu wieder ab, so dass nur hier und da von einzelnen Hügelzügen unterbrochen das Land von Chile eine Ebene bildet, die durch die hohe Cordillera, die Andeskette begrenzt wird. Ich möchte als charakteristisch für die Granitformen der Nähe von Valparaiso die Quarzgänge anführen, welche von der Mächtigkeit von 1″ bis zu 2″ meist in der Streichungslinie von Ost nach West das Gebirge durchsetzen. Die mächtigeren dieser Gänge stehen auf der Höhe des Küstengebirges bisweilen fusshoch isolirt über dem Boden und ähneln auf diese Weise Mauerresten, während der leichter verwitternde Granit, aus welchem sie hervortreten, eine braune feste Bodendecke bildet. Der Granit kömmt in ziemlich vielen Variationen vor, was nämlich Korn und Farbe sowohl als das relative Verhältniss seiner

Gemengtheile betrifft, aber was älterer, was jüngerer Granit sei, mag dort wohl schwer zu bestimmen sein, wenigstens in den meisten Fällen.

Eine wirkliche gangartige Durchsetzung von Granit durch Granit, welche als solche nachzuweisen ist, habe ich nur selten gefunden, obgleich Übergänge des einen in den andern häufig vorkommen. Das Gestein wechselt in Form und Farbe, und das, was man vielleicht anfänglich für einen Gang von jüngerem Granit im älteren Gesteine halten möchte, löst sich, wenn es die Lage des Felsens erlaubt, bei weiterer Untersuchung einfach in eine Varietät auf. Auch die häufigen Quarzgänge möchte ich vielleicht weniger als eigentliche Gänge, als Spaltenausfüllung von unten betrachten, sondern mehr als Ausscheidungen. Sie sind zu häufig und oft so wenig mächtig, dass das Emporsteigen einer solchen Menge oft kaum halb Zoll breiter Gänge kaum denkbar ist. Für ein Entstehen jener Quarzgänge auf gleichem Wege spricht ziemlich deutlich ihre gemeinschaftliche Streichungslinie, dies letzte vielleicht auch gewissermassen für eine Spaltungsausfüllung von unten, aber die geringe Mächtigkeit vieler solcher Gänge lässt mich das Gegentheil glauben. Ich habe freilich nie ein Auskeilen dieser Quarzgänge nach unten beobachtet, ebensowenig wie dies nach oben der Fall ist, wohl aber durchsetzen sich die Gänge gegenseitig bisweilen.

Eine Verwerfung derselben habe ich in solchen Fällen nicht gefunden, und obgleich die Quarze, die jene Spalten ausfüllen, im Ganzen und an verschiedenen Stellen sehr verschiedenartig sind, fand ich an Durchsetzungspunkten doch immer gleichartiges Gestein, ein Übergehen des einen in den andern und kein Durchbrechen des einen Ganges, keine Verwerfung des anderen. — Im Allgemeinen haben die Granite von Valparaiso und seiner Umgebung auf mich den Eindruck einer ziemlich ruhigen Erstarrung gemacht, in Folge deren sich die bildenden Gemengtheile ausgeschieden haben, je nachdem eben, aus uns unbekannten Ursachen an ein oder der anderen Stelle mehr oder weniger des einen oder des anderen Grundstoffes vorhanden war. — Dass indess auch spätere Durchbrechungen fremder, jüngerer Gesteine an mehreren Stellen stattgefunden haben, unterliegt keinem Zweifel und ich habe dicht bei Valparaiso eine solche gefunden, nur glaube ich, dass sie dort nicht häufig getroffen werden.

Ich will das Vorkommen der Gesteine nächst Valparaiso nun zu schildern versuchen, wie ich solches in den einzelnen Excursionen getroffen habe, wenn gleichwohl die vorhandenen Lücken ein vollständiges Bild nicht zulässig machen. Ohnfern der Stadt gegen West ist eine steile Felsenwand, die das Ufer bildet, und an welcher sich ein theils durch Kunst gehauener, theils durch die Natur gebildeter Weg befindet, auf welchem man auf die etwa 300′ betragende Höhe des Felsen gelangt. Die gegen die See gelegene Seite der Wand gestattet einen ziemlichen Überblick, da sie gegen Ost geöffnet und mithin der Verwitterung weniger ausgesetzt ist, und man eben so an verschiedenen Stellen bequem Handstücke schlagen kann. Es findet sich dort ein Granit, dessen dunkle Farbe durch seinen Reichthum an schwarzem Glimmer bedingt ist, während die Menge des Feldspathes und Quarzes zurücksteht, aber gleichmässig durch das Gestein verbreitet ist. An manchen Stellen vollständig granitische Struktur zeigend, lassen die Gemengtheile an anderen deutlich eine Schichtung bemerken, so dass dort das Gestein als Gneiss auftritt und schon im Bruche eine körnig schiefrige Struktur zeigt. Die quantitativen Gemengtheile sind bei veränderter Struktur dieselben, der schwarze Glimmer herrscht stets vor. Diese schiefrige Form des Gesteins kömmt an mehreren Stellen in 10′—12′ Mächtigkeit vor, worauf wieder die körnige eintritt, und dieser Wechsel findet, bis man die Höhe des Hügels erreicht hat, öfters Statt.

Von oben- oder untenliegen ein oder der anderen Form ist mithin keine Rede und da die Übergänge allmählich auftreten, so findet sich hier mithin ein Übergehen von Granit in Gneiss, oder von körnigem in geschichteten Granit. Hie und da nimmt der Granit eine hellere Farbe an. Quarz und Feldspath, etwa in gleichen Verhältnissen, führen weniger Glimmer, wodurch die röthlichgelbe Farbe bedingt wird. Ich habe anfänglich geglaubt, dort ein gangartiges Auftreten dieses heller gefärbten Granites zu beobachten, allein

ich fand bald, dass derselbe ähnlich dem eben angeführten geschichteten ebenfalls nur in einzelnen Partien auftritt und dass ebenfalls allmähliche Übergänge stattfinden. Es hat sich eben an den Punkten, wo sich heller Granit findet, bei der ursprünglichen Erstarrung des Gesteins weniger Glimmer ausgeschieden als in den dunkleren Partien. Accessorische Bestandtheile dieses Granites habe ich keine auffinden können weder an Ort und Stelle, noch zu Hause unter dem Mikroskope. Indessen ist er von Quarzgängen in der oben angegebenen Richtung von Ost nach West durchsetzt. Jener Quarz ist fest, homogen und lässt bloss unter dem Mikroskope einigermassen krystallinische Struktur wahrnehmen. Die Mächtigkeit der gangartigen Ausscheidungen beträgt ein und einen halben Zoll und weniger. Sie treten ziemlich parallel verlaufend auf und ein Durchsetzen der Gänge habe ich dort nicht finden können. Es lässt sich der Quarz ziemlich leicht vom Gesteine ablösen, indem er nach verschiedenen Richtungen hin mit Rissen und Sprüngen durchzogen ist. Feldspath und kleine Glimmertheilchen hängen ihm hier und da an, bisweilen aber sind auch, wenn eine stärkere Zerklüftung stattgefunden hat, die einzelnen Fragmente mit Eisenoxydhydrat überzogen, wenigstens an den äusseren, zugänglichen Stellen. Ersichtlich ist dies letzte eine secundäre Bildung.

Weiter gegen Süd treten ziemlich dieselben Bildungen auf. Jener durch schwarzen Glimmer dunkelgefärbte Granit, hie und da mit Gneissgefüge herrscht vor, und einzelne aus der See hervorragende Felsen zur Fluthzeit fast gänzlich vom Meere bedeckt, bestehen ebenso wie die höher gelegenen Partieen aus demselben Granite.

In der Richtung gegen Ost von Valparaiso treten häufig ähnliche und gleiche Formen auf. Derselbe dunkle Granit ohne alle accessorischen Bestandtheile und nur von den schon oft erwähnten Quarzgängen durchsetzt lässt sich auf längere Strecken an der Küste verfolgen und dort nimmt derselbe noch häufiger als an den oben erwähnten Durchschnitten die Struktur des Gneisses an, ohne in seinen Gemengtheilen eine wesentliche Änderung zu erleiden. Hauptsächlich an jenen Stellen hat sich mir die oben ausgesprochene Idee von der Bildung jener Quarzgänge zuerst aufgedrängt. Es treten dort Quarzgänge auf meist aus weissem krystallinischen Quarze bestehend, die einen Fuss Mächtigkeit und darüber haben. Aber theils in gleicher Richtung streichend, theils sich durchsetzend, und hier auch die mächtigeren Gänge, kommen Quarzadern vor, die ebenfalls aus krystallinischem weissen Quarze bestehen und welche bisweilen kaum eine Linie stark sind, wohl aber auch mehrere Zolle mächtig werden. Bei diesen schwachen Gängen, wohl besser A d e r n genannt, die aber oft eine bedeutende Längserstreckung haben, ist es wohl nicht möglich, an eine Spaltenausfüllung von unten zu denken. Der Charakter der grösseren Gänge ist aber dem der schwächeren so ähnlich, dass kaum an etwas anderes als an eine gleiche Entstehungsweise gedacht werden kann. Die mitgebrachten Handstücke bestätigen mir hier, bei der Prüfung unter dem Mikroskope nur noch mehr meine an Ort und Stelle selbst gefasste Meinung. Bei den schwächeren Quarzadern ist keine Veränderung des Nebengesteins des Granites oder Gneisses zu bemerken, aber bei den mächtigeren haben sich nicht selten aus dem sonst ziemlich feinkörnigen Gesteine Feldspath oder Glimmer in grösseren Partien ausgeschieden, die man als einen Anfang zur Bildung eines grobkörnigen Granites mit stark vorwaltendem Quarze betrachten kann.

An jenem Theil von Valparaiso gegen Nord, wo die eigentliche Stadt sich in einzelne meist von Fischern bewohnte Hütten auflöst, tritt eine wohl eine halbe Stunde längs der Küste sich hinziehende Felsenbildung auf, welche theils steil gegen die See hin abfällt, theils einzelne Plateaux und Kämme bildet, und wenn eben auch nicht in sehr grossartigem Massstabe, doch kleine Partien bietet, die wirklich unendlich reizend und romantisch sind. Jene Felsen sind gegen West geöffnet, wie die jüngst beschriebenen, südlich gelegenen, gegen Ost; sie stehen sich also direct gegenüber und sind die beiden Endpunkte des Hafens, so dass der zwischen ihnen liegende Küstenstrich die Ufer der eigentlichen Bucht bildet. — Auch an jener Stelle tritt der mehrfach erwähnte dunkle Granit auf mit häufiger Struktur des Gneisses. An einzelnen

Partien des Gesteins aber findet sich dort Hornblende eingemengt und an anderen ist der Glimmer verschwunden, von quarzigen Gangtheilen finden sich bloss noch Spuren und es tritt mithin das Gestein als Syenit auf. Doch habe ich dieses Vorkommen von reinem Syenit eben nicht häufig beobachtet und meistens mag die Bergart zu betrachten sein als ein Granit, der neben wenigem Glimmer viel Hornblende führt, als ein *Übergang* in Syenit. Bisweilen an dieser Varietät anstehend findet sich ein heller Granit, sehr quarzreich mit wenigem weissen oder gelblichen Glimmer und hier und da mit kleinen Hornblendetheilchen. Ich habe ihn mehr am Fusse des Felsenabhanges gefunden, als höher oben, und häufig bei höherem Wasserstande von der See bedeckt. Dieser hellere Granit kann ein emporgeschobener, ein jüngerer sein. Wenigstens macht an einigen Stellen sein Vorkommen wirklich den Eindruck eines gangartigen Auftretens in dem dann als älteren anzunehmenden dunklen Gesteine. Aber da eben dort, wo er am häufigsten vorkömmt, das Gestein überhaupt manchfache Massenveränderungen erlitten hat, zunächst schon durch das ewige Anschlagen der Fluth, dann wohl auch durch Einstürzen grösserer Massen und durch Verwitterung, so glaube ich eine directe derartige Angabe nicht machen zu dürfen. Mehrere Fuss mächtige, von unten nach oben in die Länge sich erstreckende Partien des helleren Granits finden sich aber nicht selten. Dies spricht vielleicht für ein gangartiges Auftreten des Gesteins, noch mehr aber wohl das Vorkommen von Mineralien in demselben. Ich habe in kleineren Nestern Rothkupfererz in demselben gefunden, Ziegelerz, Brauneisenstein und Pistazit. Das interessanteste Vorkommen aber ist ohne Zweifel das Auftreten von Atacamit, welchen ich an Ort und Stelle anfänglich für Kupfergrün hielt, durch die chemische Probe aber später mit Sicherheit für Atacamit erkannte. Im Museum zu Santjago wurde mir später ein kleines Stückchen Atacamit aus Bolivien als Seltenheit gezeigt, ich glaube desshalb, dass das Vorkommen dieses Minerals in Chile selbst bisher noch als eine Seltenheit betrachtet wurde, ich habe es indessen später noch an anderen Orten in Chile nachgewiesen. Der Atacamit kömmt bei Valparaiso als ein dünner spangrüner Überzug vor und es lässt sich durch die Loupe erkennen, dass kleine Quarzkrystalle in seiner Nähe durch denselben vollständig grün gefärbt sind. Dieser hellere, accessorische Bestandtheile führende Granit hat nicht selten eine deutlich sichtbare Tendenz zu plattenförmiger Absonderung, während der dunklere an jenen Felsen-Partien nur selten eine schwache Neigung hierzu verräth. Auch dies möchte auf ein jüngeres Alter des ersteren schliessen lassen.

Von jenen Felsen an noch weiter gegen Ost und bis auf eine Länge von mehreren Stunden kommt überall jener ziemlich feinkörnige Granit mit schwarzem Glimmer vor, der bisweilen in Granit übergeht und von Quarzgängen durchzogen ist. Wo letztere den Syenit durchsetzen, ist der Quarz nicht selten mit Hornblende gemengt, und ist theils an den Berührungsflächen mit Lagen dieses Minerals überwachsen, theils aber auch, in der Richtung der Gänge selbst, wieder mit Hornblende durchzogen, das heisst, es treten in den Quarzgängen selbst und deren Verlauf auf längere oder kürzere Zeit verfolgend, Adern von Hornblende auf. Eine nähere Verwandtschaft jener Gänge mit eben dem Gestein, was sie gerade durchsetzen, wird hierdurch wohl glaublich gemacht. Ein heller sehr quarzreicher Granit tritt auch hier auf, doch stets nur stellenweise und in geringer Verbreitung und es findet sich häufig bei ihm wieder die Tendenz zu plattenförmiger Absonderung ausgesprochen. Eine quarzärmere Abart dieses helleren Granites scheint leichter zu verwittern, als der dunklere, der die Hauptmasse des Gesteins bildet. An manchen Stellen, namentlich wo er Brauneisenstein führt, ist die Verwitterung so weit vorgeschritten, dass das Gestein nur schwer als ein veränderter Granit zu erkennen sein würde, wenn nicht an geöffneten Stellen der allmähliche Übergang seinen Ursprung verrathen würde.

Ich habe einige Stunden von Valparaiso in der oben angegebenen Richtung ein eigenthümliches Gestein gefunden, dessen Vorkommen ich durch die Durchschnittszeichnung Fig. 1, Taf. I, anschaulich zu machen gesucht habe. Das Vorkommen desselben habe ich an zwei Stellen ziemlich gleich, und jedesmal

ohnweit der See getroffen. Schwache, nur 2‴ bis 4‴ mächtige Lagen von röthlich grauer Farbe liegen ziemlich horizontal auf dem Granit der Küste. Die Flächen, welche von dieser Bildung bedeckt sind, betragen etwa zwanzig bis dreissig Schritte in die Breite und Länge, setzen aber, wie die Skizze zeigt, seitlich in die Granite über, und ich habe an Spalten diese Fortsetzung in den Granit ein bis zwei Fuss verfolgen können. Jene aufgelagerte Bildung ist jedenfalls eine secundäre. Ob das Fortsetzen in den Granit durch eine zufällige vorherige Zerklüftung des letzteren entstanden ist, oder ob vielleicht derselbe durch irgend eine Erderschütterung sich über die Neubildung gesenkt hat, kann ich nicht entscheiden. Es hat das aufgelagerte Gestein auf den ersten Blick das Ansehen von gebranntem Thon, bei näherer Betrachtung aber und durch die chemische Analyse überzeugt man sich vom Gegentheil. Nur wenig fest auf dem Granite aufsitzend, lässt es sich leicht von demselben trennen, und unter dem Mikroskope zeigen die oberen sowohl wie die unten liegenden Schichten, sich mit einer dünnen Lage von Kieselsinter überzogen. Im Querbruche zeigt es sich als aus einer grossen Menge einzelner höchst dünner Schichten bestehend, fünfzig und etliche bei einem Durchmesser von 2‴. Bisweilen kommen faltenartige Zusammenschiebungen unter diesen Schichten vor, welche aber durch eine Zusammenziehung des Gesteins selbst und nicht durch einen Druck von aussen bewirkt worden zu sein scheinen, denn es ist dasselbe nach mehrfachen Richtungen hin gesprungen, wodurch kleine Klüfte mit Eisenoxyd überzogen entstanden sind, und auch die mit Kieselsinter überzogene Oberfläche trägt Spuren der Zusammenziehungen und Faltung an sich.

Diese Bildungen liegen etwa 25′ bis 30′ über dem mittleren Stande der See, und haben allerdings viele Ähnlichkeit mit erhärtetem Ufersand, jüngerem Meeressandsteine, obgleich auf den Bruchflächen unter dem Mikroskope keine Sandkörnchen, keine sandsteinartige Struktur zu erkennen ist, sondern dort scheinbar kieselige quarzfelsartige Schichten mit thonig kalkigen wechseln. Die chemische Analyse ergab:

Kieselerde	75 . 0
Thonerde	7 . 2
Kalkerde	1 . 2
Talkerde	Spur
Natron	10 . 7
Kali	1 . 5
Eisenoxyd	0 . 4
Wasser	4 . 0
	100 . 0

Organische Reste waren unter dem Mikroskope durchaus nicht aufzufinden. Dies würde für ein ziemlich hohes Alter sprechen, indem gegenwärtig die Küste mit einer grossen Menge thierischer Fragmente überdeckt und der Ufersand durchaus mit ihnen durchmengt ist.

Einen directen Beweis für die Hebung der Küste habe ich auf den nach der gegebenen Richtung hin unternommenen Excursionen nicht gefunden, wie etwa grössere alte Muschelbänke über dem jetzigen höchsten Stand der See oder Ähnliches. Doch finden sich abgestorbene Balanus-Arten an den einzelnen aus der See hervorragenden Granit- und Syenitfelsen so hoch, dass sie wohl nie von den höchsten Springfluthen erreicht werden können, und obgleich es die Gewohnheit dieser Thiere ist, sich so hoch an den Küstenfelsen festzusetzen, dass sie nie von der Fluth erreicht und bedeckt werden, so scheinen jene doch in zu grosser Höhe über dem mittleren Stand des Meeres zu sitzen, als dass man nicht eine Hebung der Felsmassen selbst annehmen sollte. Der Meeressand, der dort, wo die höheren felsigen Ufer der Küste mehr zurückgedrängt sind, sich oft weit hin auf das Land erstreckt, ist wohl grossentheils den mächtigen von Nord kommenden Stürmen zuzuschreiben, welchen jene Striche ausgesetzt sind. Indessen ist eine Hebung der Küste in neuerer Zeit durch andere Reisende ausser Zweifel gesetzt.

In der Kürze zusammengefasst besteht also auf eine längere Strecke hin die Küste um Valparaiso aus einem durch schwarzen Glimmer dunkel gefärbten Granit, welcher nicht selten die Struktur des Gneisses annimmt und ebenso an den anderen Orten in Syenit übergeht. Seltener tritt ein hell gefärbter Granit auf, der vielleicht jünger ist und dessen gangartiges Auftreten an einigen Punkten nachweisbar scheinen dürfte. An manchen Stellen stehen in die See hervorgeschobene Kämme und Felsenspitzen derselben Gesteine und dort fallen meist die Ufer steil ab, während an anderen grösseren Strecken Sand und Muschelgries durch die Nordstürme angespült weitere Flächen bilden, bis ihnen von den weiter im Lande anstehenden Felsmassen eine Grenze gesetzt wird. Leider ist, wie ich schon oben andeutete, mehr gegen das Innere zu das Gebirge nicht so aufgeschlossen, als an den Abfällen der Küste, doch ist es mir gelungen, wenigstens fragmentarisch über dessen weiteren Verlauf Aufklärung zu erhalten. Die Schluchten, die sich hinter Valparaiso öffnen, zeigen an vielen Orten denselben Granit, der gegen die Küste hin auftritt, aber an anderen Stellen ist der schwarze Glimmer gänzlich verschwunden und das Gestein ist ein reiner Pegmatit, ein Gemenge von viel Orthoklas und weniger Quarz, hier und da einen Schörl führend, der röthlich ist und viel Ähnlichkeit mit Rutil hat, aber bloss Eisenreaction gab. An anderen Stellen ist Pistazit eingemengt, theils in kleinen Adern das Gestein durchsetzend, theils mehr nesterweise ausgeschieden. Der überwiegende Feldspathgemengtheil ist stets röthlich oder röthlichbraun, der Quarz weiss, der eingemengte Pistazit zeigt aber immer eine helle ins Gelbgrüne ziehende Farbe. Bisweilen ist ein viel Schörl haltender Granit auf kurze Strecken vorherrschend, es wird dann der Feldspath meist so verdrängt, dass das Gestein als Schörlquarzit anzusprechen ist. Ich habe in diesen Partien häufig als bezeichnend gefunden den Quarz und Schörl in gleichem Mengverhältnisse auftreten und in gleicher Grösse der Individuen. Eine Unzahl kleiner Schörlkrystalle liegen gleichmässig vertheilt in krystallinischem Quarz so, dass bisweilen die einzelnen Individuen kaum mit freiem Auge deutlich zu unterscheiden sind. Dicht daneben aber finden sich dann grössere, oft zolllange Individuen von Schörl, die wieder so in reiner Quarzmasse vertheilt sind, dass im Gestein gleichviel von beiden Mengtheilen auftritt. Über die Lagerungsverhältnisse dieser Gesteine kann ich wenig angeben, indessen habe ich einen feinkörnigen röthlichen Granit ohnfern hinter der Stadt gefunden, welcher gangartig aufzutreten scheint. In den Schluchten, die von der Stadt aus sich mannigfach gewunden gegen das Innere hinziehen, ist die Verwitterung des Gesteins an den meisten gegen Nord gelegenen Stellen so stark fortgeschritten, dass die meisten Abhänge gleichförmig erscheinen und ein Unterschied der Gesteine nicht mehr zu erkennen ist. Fast aller Glimmer, mag er ursprünglich hell oder dunkel gefärbt gewesen sein, wird durch die Verwitterung gelb und bisweilen so täuschend goldgelb, dass man nicht selten in einzelnen Schluchten und Spalten der Felsen Waschgold im Sande zu finden glaubt. Auf der Höhe der Hügel ist die Zersetzung noch weiter fortgeschritten und es ist derselbe an den Stellen, wo die Sonne den ganzen Tag hindurch ungehindert einwirken kann, mit einer festen braunen Thonschicht überzogen, ähnlich der Tenne einer Scheune. Die spärliche Vegetation, welche sich in den Wintermonaten an einigen Stellen dieses harten und festen Bodens zeigt, erstirbt und verschwindet mit dem Herannahen des Frühlings, und hierdurch wird vorzugsweise der traurige und monotone Anblick jener Höhen in Valparaiso bedingt. Mächtigere Quarzgänge, die der Verwitterung besser widerstanden haben, als der Granit, den sie durchsetzen, stehen mauerartig bisweilen auf längeren Strecken aus diesem festen Thongrunde hervor, oder werden wenigstens an den Wegen sichtbar, welche querüber laufen. Manche dieser Quarzgänge haben eine krystallinische Struktur, es findet sich Pistazit in ihnen, oder hier und da Schörl, andere haben mehr eine Tendenz sich plattenförmig zu sondern und ähneln hierdurch Quarzschiefer.

Wie am Ufer der See, so auch hier, weiter gegen das Land zu, treten Gneisse auf, ohne dass bestimmte Lagerungsverhältnisse sich nachweisen liessen, wie etwa ein Unterlaufen des letztern. Es findet ein Übergang Statt, und auf grössere Strecken hin ist es bisweilen schwierig zu unterscheiden, ob man

Gneiss, ob Granit vor sich hat. Öfters findet sich Gneiss, so wie Granit, hier heller als an der Küste gefärbt, obgleich der Glimmer immer noch schwarz gefärbt ist, aber das bedeutende Überwiegen eines hellen Quarzes und Feldspathes bedingt diese Farbe. Bisweilen hat die Hornblende den Glimmer fast gänzlich verdrängt, und selbst der feldspathige Gemengtheil fehlt fast gänzlich, in anderen Partien überwiegt wieder der Feldspath und das Gestein wird syenitartig.

Durch das ganze Gebirge hin findet man an vielen Stellen Pistacit eingemengt, der genau mit derselben gelblich grünen Farbe überhaupt längs der ganzen Westküste ziemlich allgemein verbreitet scheint. Ich habe an mehreren Orten hinter Valparaiso ein schwarzes basaltisches Gestein gefunden, welches ich als Anamerit bezeichnen möchte. Es findet sich mehrfach als Findling zerstreut, ich habe aber endlich doch den Ort seines Vorkommens aufgefunden. Einmal findet es sich ohnweit Valparaiso und wird durch Steinbrech-Arbeit gewonnen, wenn gleich nur in kleinen Quantitäten, und wie ich glaube zum Strassenbau. Es scheint dort das obere Ende eines Ganges von geringer Mächtigkeit zu sein, den man abwärts in die Tiefe verleitend abgebaut hat, und welcher ohne Zweifel früher zu Tage ging. Ein klares Bild stellte sich mir indessen nicht dar. In einer der öfter erwähnten Schluchten aber kann man etwa 20′ weit sein Auftreten als etwa 4′ breiter Gang verfolgen, welcher zwischen ziemlich hellem Granit hervorgeschoben ist, wie es der Durchschnitt II, Taf. IV, zeigt. Der Gang streicht zwischen hora 11 und 12, mithin fast direct von Nord nach Süd. Ein Durchsetzen desselben durch Quarzgänge konnte ich leider nicht beobachten, da die Längserstreckung nur auf eine kurze Strecke verfolgt werden konnte. Der durchbrochene Granit zeigt keine besonders augenfällige Veränderung. Er löst sich vom Anamerit leicht ab, und letzterer ist an diesen Stellen mit einer dünnen Lage von Eisenoxyd überzogen. Das Gestein selbst besteht aus einem sehr feinkörnigen Gemenge von Augit und Labrador und scheint nur sehr wenig Magneteisen zu enthalten, an einigen Stellen geben ihm einzelne grössere Individuen von Labrador ein porphyrartiges Ansehen, doch herrscht die einförmige grauschwarze Farbe des Gesteins vor.

Obgleich es in der Regel nur in den Wintermonaten in Valparaiso regnet, so scheint es doch, als ob dort bisweilen heftige Regengüsse fielen, wenigstens finden sich starke, offenbar in neuerer Zeit entstandene Wasserrisse auf der Höhe der Berge hinter Valparaiso. Es ist aber auch möglich, dass schon eine geringere Wassermenge jene Furchen und Wasserrisse hervorbringt, und dass dies durch die Lage und Form des Gebirges selbst bedingt ist, indem bei steileren Abhängen der stärkere Fall des Wassers dessen Masse ersetzt in Betreff mechanischer Wirkung. Es wurden wenigstens von den dortigen Deutschen meine Fragen nach heftigem und wolkenbruchartigem Platzregen verneint. — In jenen Wasserrissen, die zum Theil mit Sand aus verwittertem Granite ausgefüllt sind, findet sich, und besonders gegen die Höhe der Berge hin, häufig Magneteisen in kleinen, aber unter der Loupe deutlich zu erkennenden Oktaedern, welche wenig abgerundet und zerstört, mithin nicht von weit hergeführt worden sein können. Ich habe indessen ihr Vorkommen in irgend einem Gesteine der Nachbarschaft nicht nachweisen können. Ähnliche Fälle aber kommen wohl bisweilen vor.

Es finden sich auf der Höhe der Hügel hinter Valparaiso einige Windmühlen, dicht an dem Weg, der nach Santjago führt, und ich habe einige Zeit in einer derselben gewohnt und von dort aus Excursionen gegen das Innere zu gemacht. Auf der Strasse nach jenen Mühlen, sowohl dicht hinter Valparaiso in einer Höhe von 350′, als auch weiter hin und wohl 400′ hoch über See findet sich eine Ablagerung von Geschieben, welche sehr interessant ist, und welche ich der Beachtung späterer Reisender nicht genug empfehlen kann. Schon dicht bei der Stadt, wo sich der Weg aufwärts zieht, tritt bei dem Durchschnitte, der beim Bau der Strasse entstanden ist, die Schicht zu Tage. Sie ist dort von verwittertem Granit unterteuft und mit Dammerde bedeckt, hat eine Mächtigkeit von 6′—7′, besteht aber aus mehreren Schichten, welche wechselnd und deutlich unterscheidbar, theils aus stärkeren, zoll- und faustgrossen Geschieben, theils aus

kleineren kiesartigen bestehen. Weiter gegen oben, stets aufgeschlossen durch den Strassenbau, wird die Schicht bisweilen 10′—15′ mächtig, während stets, wie unten, verschiedene Lagen wechseln. Die Geschiebe bestehen aus verschiedenen Graniten, die viele Ähnlichkeit mit den vorher beschriebenen haben, und aus mehr oder weniger abgerundeten Quarzfragmenten. Feiner, hie und da thoniger Sand, bildet auch von Schichten der grösseren Geschiebe stets die Zwischenlage. Ich habe keine organischen Reste in diesem Lager gefunden. In noch weiterer Höhe gegen das Gebirge verschwindet die Schicht. Es tritt entweder Granit selbst, oder die schon erwähnte, durch dessen Verwitterung entstandene braune thonige Oberfläche des Bodens auf, die hart und eisenhältig ist, und aller Orten, wo es Durchschnitte erlauben, und wo sie einige Mächtigkeit hat, von Granit unterteuft ist.

Es fragt sich nur, sind diese Geröll-Ablagerungen vom Lande her, in der Richtung der Cordillera aus gegen die See, hergeführt worden, oder sind sie alter Meeresgrund, oder wenigstens eine gehobene Ufergegend? Das erste würde für eine mächtige vom Lande hergekommene Wassermasse sprechen, das zweite für eine sehr bedeutende Hebung der Küste, beide Vorgänge müssen aber jedenfalls bereits in vorhistorischer Zeit stattgefunden haben, und beide fanden aber sehr wahrscheinlich auch wirklich statt.

Bei dem Überblicke, den man, namentlich von der Cordillera aus, über einen grossen Theil des Landes hat, die einzelnen Erscheinungen, welche sich beim Durchreisen derselben darbieten, und endlich die Untersuchung der Gesteine selbst, haben mir folgende Theorie als annehmbar erscheinen lassen.

Während ein Theil des Festlandes von Südamerika, die Ostküste, bereits längere Zeit emporgehoben war, hob sich ein anderer, die Westküste, vielleicht mit der äussersten Südspitze, erst später und wie die einzelnen Becken mit tertiären Ablagerungen zeigen, wohl stellenweise und in einzelnen Perioden, bis endlich das Aufsteigen und Durchbrechen der Andeskette, oder die Kraft, welche jene emportrieb, die allgemeine Hebung vervollständigte. Wenn man aber jene endlose Reihe von Vulcanen bedenkt, welche durch die entstandene Andeskette in Thätigkeit gesetzt worden sein müssen, so wird man an einem fortgesetzten Herabströmen meteorischer Wasser wohl nicht zweifeln, wenn man sich erinnert, wie sich schon bei Ausbrüchen isolirt stehender kleiner Feuerberge durch die hervorgerufenen Gewitter sehr oft die heftigsten Regengüsse erzeugen. Auch später, nachdem in jenen gewaltigen Erscheinungen einige Ruhe eingetreten war, und sich die Gipfel jener Kolosse mit Schnee und Gletschermassen bedeckt haben, ist ein periodisches Schmelzen dieser letzteren durch erneute Thätigkeit der Vulcane ganz natürlich, und es werden auch hiedurch mächtige Wassermassen von den Bergen herabgekommen sein. Auch diese Erscheinungen wiederholen sich noch in der Gegenwart. Die Thäler und Wasserrisse, die das Gebirge von Chile und Bolivien, soweit ich dasselbe bereiste, durchziehen, geben Zeugniss einer solchen von der Cordillera herabgekommenen Fluth, welche in den ersten Zeiten, wo noch gewaltigere Reactionen stattfanden, bisweilen wohl einen grossen Theil des Landes überströmte, während später in den von ihr bewirkten Thälern und Schluchten sich die Flüsse einbetteten, die noch jetzt vom Gebirge herabkommen und bald mit mehr, bald mit minderer Wasserstärke sich ins Meer ergiessen.

So bin ich denn geneigt, jene Geröll-Ablagerungen als eine Folge jener Fluthen zu betrachten, und es spricht schon der gänzliche Mangel an Resten von Seethieren hiefür. In Betreff solcher organischer Reste von Schaalthieren kann man übrigens an Küstengegenden nicht selten wohl irre geführt werden. Ich habe an vielen Stellen von Valparaiso und das zwar ziemlich weit oben auf Plateaux der Hügel sowohl als auf Felsen der Küste grössere und kleinere Haufwerke von Muschelresten gefunden, welche anfänglich wohl die Idee an eine Ablagerung von der See aus herbeiführen konnten. Die Folge aber lehrte mich, dass sie von Vögeln dorthin getragen wurden, von welchen einige ihren an der Küste gemachten Raub auf ziemliche Entfernung in Sicherheit bringen, um ihn mit Ruhe verzehren zu können. Ich habe diesem Manoeuvre jener Thiere oft selbst aus der Entfernung zugesehen. Ohnfern der Stadt sind solche Muschelreste

bisweilen auch von Menschen zerstreut worden, indem eine grosse Menge von Schaalthieren, die der Strand bietet, der Bevölkerung zur Nahrung dient. Fortwährend der Sonne ausgesetzt verwittern diese Schaalen schnell und scheinen oft ein bedeutend höheres Alter zu besitzen, als sie wirklich haben.

Auf der Höhe der Mühlen, gegen das wieder sich abwärts senkende Plateau hinter denselben und in Schluchten und Thälern, die mitunter gegen das Land hin fortsetzen, treten dieselben Gesteine auf, wenigstens in überwiegender Mehrzahl, welche ich schon meist geschildert habe. Mächtige Quarzgänge gehen zu Tage, nicht selten in ihren Spaltungsflächen Feldspath führend, bisweilen auch Pistacit enthaltend. Etwa zwei Stunden hinter den Mühlen gegen das Land zu, mithin in östlicher Richtung ist das Bett eines Flusses, der nur des Winters über Wasser führt, und welcher zu anderen Jahreszeiten zu einem kleinen Bache zusammen schmilzt. Man kann auf diese Weise das Flussbett auf längere Strecken verfolgen und es endet zuletzt indem es einen Wasserfall von wenigstens 180′ Tiefe bildet. Zur Zeit, als ich die Gegend besuchte, bestand indess die ganze Cascade aus einem Wasserstrahle von etwa einem Fusse im Durchmesser, der nach kurzem Falle zerstäubte, sich als Niederschlag an den Felswänden sammelte und so die Tiefe erreichte. Ohnfern jener Stelle tritt ein helles, röthlichgelbes Gestein auf, welches nicht selten schiefrige Structur annimmt, und theils aus einem Feldspathe und Quarz besteht, theils wieder Pistacit eingemengt enthält, aber durch grosse Partien hin glimmerfrei erscheint und mithin als ein Granulit anzusprechen ist, in welchem die Granaten fehlen. Dieses Gestein tritt gangartig auf, aber die Gänge folgen nicht einer Streichungslinie, sondern durchsetzen das Gebirge nach verschiedenen Richtungen hin. An den zugänglichen Stellen, wo dasselbe in einzelnen Blöcken in Mitte des Flussbettes zu Tage geht, hat es nicht selten eine deutliche Tendenz zu plattenförmiger Absonderung. Weiterhin und fast an allen Durchschnitten, welche die mitunter sehr steilen Felswände des Flussbeetes zeigen, tritt als häufige Beimengung aller hell gefärbten Granite, wieder Pistacit auf, während der dunkle, durch schwarzen Glimmer gefärbte Gneiss oder Granit nur selten accessorische Bestandtheile enthält. So zeigen röthliche Granite, die an solchen Felswänden zu Tage gehen, fussgrosse vollkommen abgeschliffene Flächen von Pistacit, welche ohne Zweifel durch vom Wasser vorübergeführtes Rollgestein hergestellt worden sind, obgleich sie Rutschflächen sehr ähnlich sehen. An anderen Orten tritt ein grünlich gefärbter Quarz auf, der Prasem ähnlich ist, welcher aber, wie ich glaube, seine Färbung wieder eingemengtem Pistacit verdankt, wenigstens kann man unter dem Mikroskope einzelne Partien dieses Minerals entdecken, welche in der grünlich gefärbten Grundmasse liegen.

In dieser Gegend, und besonders in dem Verlaufe des erwähnten Flussbettes soll bisweilen Waschgold gefunden werden. Ich habe in Valparaiso ein Stück Gold von etwa drei Unzen Gewicht gesehen, offenbar durch Wasser abgerundet und eingeschlossen in ein grünliches, thonartiges Gestein, welches Glimmer- und Quarzfragmente enthielt. Es sollte ohnweit Valparaiso gefunden worden sein, aber eine genauere Bezeichnung des Fundortes konnte nicht ermittelt werden. Ich fand später in jenem Flussbette das grüne offenbar durch Zersetzung entstandene Gestein in allen Stufen seiner Entstehung. Ein heller und ziemlich feldspathreicher Granit, der häufige Beimengung von Pistacit hatte, war an einigen Stellen so vollständig verwittert, dass er einem grünlichen, sandreichen Thone ähnlich war, ohne noch irgend eine Structur des Granites zu zeigen. An anderen Stellen bezeichneten einzelne Quarzkrystalle und selbst noch hie und da Feldspathreste hinlänglich das Entstehen der Masse, welche indessen schon eben so wie die zuerst angeführte vom Ort ihres ursprünglichen Vorkommens hinweg und weiter unten im Laufe des Bettes wieder angeschwemmt worden war. An anderen Orten wieder war der Granit zwar ebenfalls in eine graugrüne Masse übergegangen, aber kleinere und grössere Quarzgänge, die denselben durchzogen, und der Verwitterung länger widerstanden hatten, zeigten deutlich, dass die letztere an Ort und Stelle vorgegangen war. Das Gold, welches ich in Valparaiso gesehen hatte, war in den zuerst beschriebenen, schon angeschwemmten Lagen befindlich, und es bleibt desshalb unentschieden, in welchem Gesteine sein ursprüngliches

Vorkommen ist. Ich habe die Verwitterung dieses Gesteins bis auf 3′ in die Tiefe nachweisen können. Sie wird, wie natürlich unendlich begünstigt durch das Wasser, welches von Zeit zu Zeit bei verstärktem Zuflusse den Granit bedeckt und in dessen Klüfte eindringt, während bald darauf eine glühende Sonne ihren ungehinderten Einfluss geltend macht.

Ich erwähne noch einer eigenthümlichen Bildung, welche ich 7 bis 8 Stunden hinter Valparaiso angetroffen habe. Es ist dort ein von flachen Hügeln eingeschlossenes Thal, etwa durchschnittlich eine Viertelstunde breit, vorzugsweise sich in der Richtung von Ost nach West erstreckend, aber öfters gekrümmt, und mithin von der angegebenen Richtung nicht selten abweichend. Ein kleiner Bach durchfliesst das Thal, und versumpft dasselbe an mehreren Stellen, wo er die flachen Ufer häufig übertritt. Aus dem sonst allenthalben mit Dammerde bedeckten Boden treten an manchen Orten steil aufrecht stehende Felsen hervor von 10′ bis 25′ Höhe, während eine Basis von geringerem Durchmesser ihnen ein säulen- oder kegelartiges Ansehen gibt. Ich habe diese hervorstehenden Felsen auf eine Länge von etwa einer halben Stunde mehrfach zerstreut in jenem Thale gefunden, an einigen Stellen aber fand ich Haufwerke, die offenbar aus dem Zusammenstürzen der eben vorher beschriebenen Felsen hervorgegangen waren, und welche aus scharfkantig neben und auf einander liegenden Gesteinsfragmenten bestanden. Es bestanden die hervorspringenden Felsen aus jenem dunkeln Granite, dessen ich öfter schon erwähnte, aus dem heller gefärbten, der ebenfalls häufig vorkömmt und aus einem sehr quarzreichen Granite, welcher aber auch ohnfern Valparaiso gefunden wird. Die Gesteine bieten daher nichts Auffallendes in ihren Bestandtheilen, und ich habe keinen Grund, bedingt durch Örtlichkeit und Umgebung, auffinden können, warum gerade diese Felsmassen der allgemeinen früheren Zerstörung der Oberfläche, aus welcher doch der jetzige Zustand letzterer hervorgegangen ist, entgangen sind. Gegen eine spätere Emportreibung spricht unbedingt das Aussehen und die Structur der Gesteine. Nur zwei jener Felsenmassen bestehen aus einem gelblich weissen Quarze, aus Quarzfels, welcher ganz das Ansehen eines gebrannten, durch spätere Feuereinwirkung veränderten Gesteins trägt. Er ist mürbe, von Rissen durchzogen und zeigt deutliche Tendenz zu platten- und säulenförmiger Absonderung. Unter dem Mikroskope zeigt er eine fast gleichförmige Quarzmasse, in welcher kaum eine krystallinische Structur wahrzunehmen ist. Ich habe ihn chemisch untersucht, weil ich anfänglich einen durch plutonische Einwirkung veränderten Granulit vermuthete [1]. Aber die Analyse ergab das Gegentheil. Ich fand

Kieselerde	94.15
Thonerde	4.13
Kalkerde	0.90
Eisenoxyd	0.82
	100.00

Hat man von Valparaiso aus die Höhe erstiegen, auf welcher die Windmühlen liegen, und wendet den Blick gegen Ost, so sieht man in etwa zwei Meilen Entfernung bereits eine Hügelreihe beginnen, welche die Ebene schliesst. Dieser Hügelkette folgt eine zweite und im Hintergrunde erheben sich die mit Schnee bedeckten Gipfel der Anden. Bei der klaren und reinen Luft Chile's kann man nur schwer irgend eine Entfernung bemessen und es scheinen die schneeigen Spitzen der Cordillera dicht hinter den Hügeln,

[1]) Die chemische Untersuchung von Gebirgsarten findet, wie es scheint, wenig Anklang, und dennoch glaube ich, dass dieselbe in vielen Fällen bedeutende Aufschlüsse zu geben im Stande ist, so namentlich bei Kieselgesteinen und bei sehr feinkörnigen klastischen Formen, wo das Cement gar oft Aufschluss geben kann über die Entstehungsweise des Gesteins. Ich habe eine Reihe ähnlicher Analysen von Quarzfels begonnen, sowohl von europäischem Vorkommen, als auch von überseeischen, welche dies vielleicht bestätigen werden.

welche die Ebene schliessen, hervorzutreten oder zu demselben Gebirgszuge zu gehören. Ich habe auf Taf. V. eine Zeichnung beigefügt, welche ich von jenem Punkte aus entworfen habe. Sie bietet eigentlich keine landschaftliche Schönheit, aber sie gibt ein Bild des allgemeinen Charakters von Chile, wie sich derselbe gegen Ost zu darstellt. Ebenen, mehr oder weniger ausgedehnt, hie und da mit einzelnen Landhäusern und Fruchtfeldern durchzogen, oder stellenweise auch öde und mit Dorngesträuch bewachsen; einzelne Hügelketten durchziehen diese Ebenen in der allgemeinen Richtung von Nord nach Süd, und endlich schliesst die Reihe der Anden das Bild und begrenzt zugleich das chilenische Gebiet.

Santjago und Weg dorthin.

Allgemeiner Überblick.

Um von Valparaiso aus nach Santjago, der Hauptstadt Chile's zu gelangen, müssen natürlich die Hügelketten überschritten werden, welche die beigegebene Landschaft zeigt. Aber die Art jene Reise zu machen, erlaubt kaum mehr als einen flüchtigen Blick auf die Umgebung zu werfen. Noch heute findet das Fahren in jenen zweirädrigen kleinen Wagen, Berlochen, statt, wie es vor Jahren geschehen ist, man wird bergauf bergab im rasenden Galopp, fast mit Eisenbahnschnelligkeit, über Stock und Stein geführt, und es mag genügen anzuführen, dass man alle Gegenstände, die man im Wagen mit sich führt, befestigen muss, weil sonst unfehlbar Sachen, die selbst im Grunde des Wagens liegen, durch einen plötzlichen Stoss hinausgeschleudert werden. Zwanzig bis dreissig Pferde werden ledig dem Wagen voraus oder nebenher getrieben, und das Wechseln derselben mit den bereits ermüdeten am Wagen, dauert höchstens einige Minuten. Indessen legt man die Strecke von Valparaiso bis Santjago, welche gewiss 36 bis 40 Stunden beträgt, in etwa 15 Stunden zurück, wobei man indessen gewöhnlich übernachtet, um den Leuten, die den Wagen zu Pferde begleiten, einige Erholung zu gestatten.

Es kann in geognostischer Beziehung die allgemeine Bezeichnung gegeben werden, dass der vorherrschende granitische Charakter der Gegend um Valparaiso, je mehr man sich der Cordillera nähert, mehr und mehr in dioritische und porphyritische Formen übergeht, bis endlich schon bei Santjago jene Gesteine gänzlich vorherrschen. Hat man die Hügelreihe hinter der Ebene von Valparaiso passirt, so gelangt man nach Casa blanca, einem kleinen Städtchen, in welchem angehalten wird. Es finden sich in dem kaum einige Stunden breiten Thale alle Zeichen eines thätigen Ackerbaues, bedingt durch den kleinen Rio de Casa blanca, der dasselbe bewässert.

Häufig tritt dort die Acacia cavenia auf, — Espino in der Landessprache, und neben dem, dass Einzäunungen um die Felder von ihr gefertigt werden, ist, wie mir die Chilenen sagten, ihr vorzüglichster Nutzen der, dass sie auf den Weiden, wo sie steht, einigen Schatten verbreitet, theils zum Schutze des Viehes, theils für das Gras selbst, indem sie vom Vieh ihrer Stacheln halber, nicht beschädigt wird.

Ich habe in der Umgebung von Casa blanca einen weissen ziemlich feinkörnigen Granit getroffen, der hie und da Schörl eingemengt enthielt, einen grauen Dioritporphyr, welcher Feldspath und Hornblende zugleich aber auch sehr viel Quarz als accessorischen Bestandtheil enthält, und ein röthliches Gestein, welches ich ebenfalls für einen Porphyr halte, welches ich nicht mitnehmen, und mithin auch nicht näher untersuchen konnte. Die Cuesta de Zapata und die Cuesta del Prado, die beiden Berge der erwähnten Hügelreihen[1]), die man nach einander überschreiten muss, bestehen, wie die Durchschnitte zeigen, immer

---

[1]) Eine vergleichende Angabe der Höhen wird weiter unten folgen.

noch aus Granit, aber Durchbrechungen von dioritischem Gestein und mannigfachen Porphyren sind schon häufiger. Genauere Beobachtungen konnte ich nicht anstellen, doch war es mir möglich, an einer ziemlich steilen Stelle des Weges der Cuesta del Prado, wo man halten musste, um etwas am Geschirr zu bessern, rasch einen Durchschnitt zu zeichnen und die betreffenden Gesteine mitzunehmen. Durch ein braunes dunkles Gestein, welches man wohl auf den ersten Blick für irgend einen Porphyr halten könnte, welches sich aber bei näherer Betrachtung als ein stark verwitterter Granit mit vielem braungelben Glimmer ausweist, gehen fast senkrecht eines dunklen Gesteines Gänge, die selten mehr als 2″ bis 3″ Mächtigkeit haben. Diese Gänge bestehen aus einem derben, schwärzlichgrünen Pistacit, und es scheint eine wirkliche Gangbildung, und zwar Spaltenausfüllung von unten stattgefunden zu haben, wie einzelne Flächen mit Schliffen an der Gangart, das Gabeln einiger Gänge und endlich das Auskeilen mehrerer im Granite selbst zu beweisen scheint, während indessen andere wieder zu Tage gehen. Ich habe zwei dieser Gänge auf Taf. IV, Fig. 3, gezeichnet.

Während also der Pistacit im Gebirge häufig und unverkennbar als Ausscheidung des Nebengesteines gefunden wird, tritt derselbe hier gangförmig und als von unten emporgeschoben auf. Auf der Höhe der beiden Berge hat man eine reizende Aussicht, indem man auf der Cuesta de Zapata den zurückgelegten Weg überblicken kann, auf der Cuesta del Prado aber das weite Thal, in welchem Santjago liegt, theilweise, und ebenso einen Theil der Cordillera vor sich hat. Ins Thal selbst gelangt, erblickt man eine weit ausgedehnte fruchtbare Ebene, die scharf von der Cordillera begrenzt wird, und die Stadt selbst scheint ganz dicht am Fusse des Gebirges zu liegen. Es ist hier nicht der Ort romantische Schilderungen zu entwerfen, aber ich mag nicht bergen, dass der Anblick der Andeskette, wie er sich hier bietet, einer der grossartigsten ist, den man sich denken kann. Als ich des Morgens etwa um 9 Uhr noch eine Meile weit von der Stadt entfernt war, deckte ein leichter Wolkenschleier die Spitzen der Anden und ich glaubte die ganze Höhe derselben vor mir zu sehen, welche mir schon imposant erschien. Da fiel mir bedeutend höher, oben in den Wolken ein dunkler Fleck auf, plötzlich zerriss die Wolkenschicht und indem die ganze Cordillera mit ihren mit ewigem Schnee bedeckten Gipfeln, grell von der Sonne beleuchtet hervortrat, zeigte es sich, dass jener dunkle Fleck den Bergen selbst angehörte und wahrscheinlich eine steile von Schnee entblösste Felswand war. Ich habe in Chile einige sehr gute Zeichnungen von Santjago und jenem Theile der Cordillera gesehen, von welchem eine in Europa vervielfältigt wurde, und ich kann daher die von mir entworfene Zeichnung nicht wiedergeben, aber ich muss die Bemerkung machen, dass die Künstler alle das Gebirge niedriger gezeichnet haben, als es wirklich erscheint, wohl um nicht aus den Grenzen des landschaftlichen Effectes und vielleicht der Glaubwürdigkeit zu weichen.

Geognostische Verhältnisse von Santjago.

Die einzelnen Hügel um Santjago und jene, welche bereits das Vorgebirge der Cordillera bilden, haben fast alle einen vollkommen kegelmässigen Typus und erheben sich plötzlich und steil aus dem ebenen Boden. Dicht bei Santjago, eigentlich noch von der Stadt eingeschlossen, liegt ein solcher Hügel Monte San Lucia, der etwa 250′ hoch sein mag. Er besteht aus einem graugrünen Porphyr, in dessen feinkörniger Grundmasse, die sehr hart ist, und am Stahle leicht Funken gibt, glänzende Feldspathkrystalle ziemlich häufig eingeschlossen sind, und die hie und da ein ganz kleines Körnchen Magneteisen und, doch seltener, Hornblende enthält. Das Gestein ist häufig in Platten gespalten, zeigt aber auch stückenförmige Absonderungen, welche, sowie die plattenförmigen durchschnittlich in hor. 7 streichen und mehr oder weniger aufgerichtet sind. In den Klüften der Spaltungsflächen ist das Gestein häufig mit einem weissen

krystallinischen Überzug von Kalkspath überzogen, der ohne Zweifel ein secundäres Product ist. Auch einige kugelförmige Absonderungen habe ich gefunden, welche aus concentrischen schaaligen Lagen bestanden, und von welchen letzteren es gelang, Handstücke abzuschlagen. Verwittert ist das Gestein grünlich und zeigt in diesem Zustande, sowie frisch, sehr grosse Ähnlichkeit mit einem Porphyre (Melaphyr), den ich am Fusse des Steigerwaldes mitten in Deutschland und ganz isolirt den Körper durchlaufend gefunden habe.

In nordöstlicher Richtung von der Stadt, deren äusserste Häuser sich ebenfalls bis dorthin erstrecken, liegt der Cerro blanco, der weisse Hügel; er erhebt sich, sowie der eben angeführte Monte San Lucia, plötzlich aus dem ganz ebenen Boden der Umgebung. Sein durchschnittlicher Fallwinkel beträgt 30°, an einzelnen Stellen aber sind bedeutend steilere Partien. Seine Höhe mag an 800′ betragen. Er besteht zum grössten Theile und auf der der Stadt zugewendeten Seite gänzlich aus einem hellfarbigen Gesteine, welches ihm seinen Namen gegeben hat. Ich möchte das offenbar trachytische Gestein als einen Trachyt-porphyr bestimmen. Es lassen sich in der grauen Grundmasse kleine Quarzkörner und Feldspath erblicken, während zugleich allenthalben glänzende Krystalle von glasigem Feldspath eingemengt sind. Unter dem Mikroskope erkennt man Hornblende, aber in kleinen und verworrenen Individuen. Glimmer scheint gänzlich zu fehlen. Die Felsart hat eine ganz auffallende Neigung zu verwittern, und es scheinen dann hier und da mehr oder weniger kleine kugelförmige Partien in ihr aufzutreten, welche, wie ich glaube, quarzreichere Stellen des Gesteins sind. — Gegen die Spitze des Hügels tritt ein röthliches Gestein auf, welches auf dem nördlichen Abhange, welcher von der Stadt abgewendet ist, vorherrscht, aber an manchen Stellen wieder in das eben geschilderte übergeht, oder vielmehr ihm ansteht, denn es scheint hier eine gleichzeitige Emportreibung stattgefunden zu haben. Das röthliche Gestein ist eine ganz feinkörnige, fast dichte Grundmasse, in welcher einzelne Krystalle von glasigem Feldspathe liegen, jedoch meist kleine Individuen. Dicht neben diesem feldspathreichen Trachyte tritt ganz oben auf der Spitze des Cerro blanco, als Gang, ein dunkles Gestein auf. In einer dunkelgrauen Grundmasse liegen, jedoch theilweise nur mit der Loupe zu erkennen, Quarz und Feldspathkörner und hie und da in kleinen Partien ein grünliches (feldspathartiges?) Mineral. Es ist ohne Zweifel auch dieses ein Trachyt-Porphyr. Trümmer desselben sind in kleinen Partien in dem neben anstehenden braunrothen Trachyte eingeschlossen und geben demselben das Ansehen eines Conglomerates. Am südlichen Fusse des Berges fand ich an einigen, durch Steinbrech-Arbeit aufgeschlossenen Stellen Ablagerungen von Geröll, wechselnd mit Sand. Es liegt auf dem Trachyte unmittelbar Sand, dann eine Geröll-Ablagerung, dann wieder Sand. Jede Lage hat fast einen Fuss Mächtigkeit und es bestehen die Gerölle theils aus Trachyten wie sie der Cerro blanco selbst bietet, oder wenigstens ihm sehr ähnlichen, theils aber auch aus anderen porphyrischen Formen, die indess allerdings den Charakter der Umgegend tragen. Diese Schichten des Sandes und des Gerölls, welche unter sich parallel laufen, fallen aber genau mit dem Abhange des Berges selbst, und das zwar, da die Stelle, wo ich sie fand, ziemlich steiler als an anderen Punkten abfällt, in einem Winkel von etwa 40 Graden. Ich konnte auf eine Strecke von etwa 60′ Länge die Ablagerungen beobachten, und in einer Höhe von 200′ über dem Fusse des Berges, konnte aber daselbst der Örtlichkeit halber keine Nachforschungen anstellen, ob Ablagerungen genau von demselben Charakter sich auch dort befinden. Im Übrigen zeigen die flachen Umgebungen von Santjago häufige Gerölle und Geschiebe. Jedenfalls sind diese Ablagerungen auf dem Cerro blanco eine ziemliche Strecke weit herbeigeführt worden, welches der abgerundete Zustand der meisten beweist. Es scheint ferner ihre dem Fallwinkel des Berges parallel laufende Schichtung auszudrücken, dass sie durch letzteren, schon im abgelagerten Zustande erst gehoben worden sind, so dass mithin die Fluth, welche sie herbeigeführt hat, früher als die Hebung des Cerro blanco stattgefunden haben muss. Es bleibt aber immer sehr eigenthümlich, dass jene Sand- und Geröllschichten bei einer so beträchtlichen schiefen Neigung nicht abwärts gerollt sind,

oder sich wenigstens stärker verschoben haben, und ebenso dass die untere sandige Schicht durch das emporgestiegene und sie hebende Gestein keine Veränderung erlitten hat. Da aber der Trachyt eben dort selbst stark verwittert ist, so wäre es möglich, dass die Spuren hievon verwischt oder unkenntlich gemacht worden sind. Ich habe indessen die Thatsache geschildert, wie ich sie gefunden habe. — Solche steil und fast ohne die mindeste vorhergehende Böschung des Bodens plötzlich ansteigende Hügel befinden sich nach verschiedenen Richtungen hin mehrfach um Santjago, sie bestehen aus verwandten Gneissformen und sind die Vorläufer der Cordillera.

Ich habe der Vogeljagd halber öfters einen See, zwei Stunden von Santjago entfernt, die Laguna de Quilicana besucht, und will noch das Vorkommen einiger dort auftretenden Formen schildern. Der See liegt halb eingeschlossen von ziemlich steilen Hügeln, die 800′—900′ hoch sind und vorzugsweise aus Trachyt- und Dioritporphyr bestehen. Der See selbst hat eine Ausdehnung von etwa einer halben Stunde in die Länge und Breite und während auf der den Hügeln zugewendeten Seite seine Ufer ziemlich steil abfallen und eine Tiefe von 8′—10′ haben, verflacht er sich auf der entgegengesetzten und endigt in einer sumpfigen Wiese, welche eine grosse Menge von Sumpfvögeln beherbergt und desshalb häufig von Jägern und Vogelstellern besucht wird. Er soll schon in historischer Zeit plötzlich durch ein Erdbeben entstanden sein, aber ich konnte die versprochenen Notizen über dies Ereigniss nicht erhalten. Die meisten jener Gesteinsmassen, welche nächst des Sees auftreten, scheinen mir von gleichem Alter, gleichzeitig emporgeschoben zu sein. Sie bestehen der Hauptsache nach aus Dioritporphyr und Trachyt, beide in verschiedenen Varietäten. Der Dioritporphyr herrscht vor; er besteht aus einer feinkörnigen aschgrauen Grundmasse, in welcher grössere perlmutterglänzende Individuen von Albit und schwarzer Hornblende mehr oder weniger häufig eingesprengt sind. An manchen Stellen scheint Quarz ziemlich häufig in die Grundmasse eingemengt zu sein und ganz feine, 0.1‴ bis 0.2‴ starke Quarzadern durchziehen wohl auch bisweilen das Gestein nach verschiedenen Richtungen hin. Es tritt mässig auf und seine Zerklüftungen sind unregelmässig und nicht häufig, bisweilen aber mit einem schwachen Anfluge von Kalkspath überzogen. Die verwitterte Oberfläche ist röthlich, was auf einen gewissen Eisengehalt deutet. Ich habe fast ein ganz gleiches Gestein häufig in der Algodon-Bai in Bolivien gefunden, und der Charakter beider ist sicher so ähnlich, ja gleich, dass zusammengelegte Handstücke kaum unterschieden werden können. Es scheint also die Verbreitung dieser Felsart an der Westküste Südamerika's eine ziemlich allgemeine. Das andere Gestein ist ein grauröthlicher Trachyt. Die Grundmasse ist unendlich feinkörnig, so dass kaum unter dem Mikroskope die Bestandtheile unterschieden werden können, doch findet man in der scheinbar feldspathartigen Masse ziemlich häufig ganz kleine Individuen von Magneteisen und ebenso glasigen Feldspath. Hie und da sind, fest verwachsen, unregelmässige Partien eines etwas dunkler gefärbten Trachytes in dem helleren Gesteine eingeschlossen, von linien- bis zollgrossem Durchmesser, so dass das Gestein fast das Ansehen eines Conglomerates erhält. Ausser der etwas dunkleren Farbe zeigen diese eingeschlossenen Partien keine anderen Eigenschaften wie das übrige Gestein. In grösseren Massen tritt ein anderer ebenfalls dunkler gefärbter Trachyt auf, mit etwas, doch unbedeutend stärkerem Korne der Grundmasse. Er enthält grössere Individuen von glasigem Feldspathe als die vorher angeführte Varietät und bewegt sowie jene die Nadel ziemlich stark, obgleich man, wohl wegen der dunkleren Farbe, das Magneteisen nicht deutlich in demselben erkennen kann. An einigen Stellen führt dieser Trachyt in kleineren Nestern Kupferkies, doch nur spärlich und hie und da findet sich in noch kleineren, fast mikroskopischen Pünktchen ein grünes Mineral eingemengt. Ich habe mir ein Exemplar des Trachyts mitgebracht, auf welchem sich dieses Mineral befand, eine Löthrohrprobe aber, welche ich freilich nur mit einem Minimum desselben anstellen konnte, gab nicht, wie ich glaubte, Kupfer, sondern Eisenreaction; Grünerde? Obgleich auch grössere Massen des Trachytes für sich vorkommen, und derselbe namentlich in isolirten ziemlich mächtigen Blöcken zu Tage geht, kommt

derselbe doch auch unfern des Dioritporphyrs in solchen Verhältnissen vor, dass man wohl an ein gangartiges Auftreten des letzteren glauben könnte. Aber ich habe mich nicht bestimmt überzeugt, da das Gebirge dort nur spärlich aufgeschlossen ist, und wünsche nichts anderes als bestimmte Wahrnehmungen zu geben, oder wenigstens meine Überzeugung, und so ist mir der Eindruck einer gleichzeitigen Emportreibung und einer Durchdringung im teigig flüssigen Zustande, aber nicht jener einer Spalten-Erfüllung bei diesen Gebilden immer der vorherrschende gewesen.

Die Andeskette.

Meine Excursion in die Cordillera dauerte keine vier Wochen. Die grossartige Überschrift dieser Abtheilung bedarf daher sehr einer Entschuldigung. Sie mag indessen stehen bleiben, da es immerhin ein Theil der Cordillera war, den ich besuchte, wenn gleich ein unendlich kleiner gegen die kolossale Ausdehnung dieses Gebirgszuges. Es lässt sich die Reise in die Cordillera, sowie überhaupt jeder weitere Ausflug in Chile bloss zu Pferde machen, da man zu Fusse kaum auf einige Stunden die durchaus nöthige Begleitung erhalten würde. Ich hatte einen deutschen Jäger, welcher bei einem deutschen Arzte, Dr. Segeth, in Santjago in Dienst stand, und zwei chilenische Knechte bei mir. Ein Lastthier trug das Nöthigste an Mundvorrath und die unentbehrlichsten Geräthe und Instrumente. Unsere Betten bestanden aus den Pelzdecken des Sattels. Ich konnte auf der Hin- und Herreise eigentlich nur wenige Beobachtungen anstellen, indem wir auf den engen und steilen Pfaden des Gebirges auf weite Strecken hin kaum absteigen konnten und überdies uns beeilen mussten, um vor Einbruch der Nacht noch irgend eine passende Lagerstelle zu erreichen.

Von Santjago aus bis an das Vorgebirge der eigentlichen Cordillera ist, mit Ausnahme jener einzelnen isolirt stehenden Berge, 6—8 Stunden weit Flachland, dann beginnt ebenfalls ziemlich rasch die Bergreihe anzusteigen, welche die Vorhut der Cordillera bildet. Jene von den Chilenen theilweise *rejon subandina*, oft aber auch schlechtweg *Cordillera* genannte Bergkette erreicht eine Höhe von 3600′ bis 3700′ und ist eigentlich bloss eine jener terrassenförmigen Abtheilungen, aus welchen die ganze Cordillera, wenigstens jene von Chile, besteht. Der üppige Bau der Culturpflanzen auf der Ebene und in der Umgebung von Santjago geht hier in eben so üppigen Waldwuchs über, und wenn auch die mächtigen Stämme Valdivia's und die riesenhaften Schlingpflanzen der Tropen fehlen, so hat nichts desto weniger die Flora jener Berge etwas Erfreuliches, und der eigentliche Baumschlag mancher Partien, so wie das lebendige Grün, das den Boden bekleidet, erinnert nicht selten an unsere süddeutschen Wälder. — Aber trotzdem beginnt schon ein wilder pittoresker Charakter sich zu zeigen, sobald man das Flachland verlassen hat. Tiefe Thäler mit steilen, sie umschliessenden oft senkrecht abfallenden Felswänden, zwischen denen ein Bergstrom sich mit reissender Schnelle hinwälzt, beurkunden, welche Wassermassen sich vor Zeiten von der Cordillera herab ergossen haben müssen, und die Masse der Geschiebe, sowie mächtige und oft vollständig abgerundete Felsblöcke sprechen für nicht unbedeutendes Anschwellen jener Ströme in neuerer Zeit[1]. Diese Bergströme füllen ihre Schluchten oft so vollständig aus, dass man, an ihrem Ufer fortreitend, plötzlich gezwungen ist umzukehren oder überzusetzen, weil der Weg, oder das was man so nennt, eben aufhört. So mussten wir den Rio de Mapocho am Ende des ersten Tages und bei schon begonnener Dunkelheit wohl

---

[1] Im Jahre 1827 und 1828 richtete der Rio de Mapocho, der durch den plötzlich auf der Cordillera geschmolzenen Schnee zum reissenden Strom anschwoll, die bekannten Verwüstungen in Santjago an, so dass über drei Wochen die Stadt fast gänzlich von Wasser eingeschlossen war.

zehnmal zu Pferde passiren, bis wir endlich gezwungen waren zu bleiben wo wir waren, da jene Ströme des Nachts, wegen des den Tag hindurch geschmolzenen Schnees der hohen Cordillera stets ziemlich bedeutend anschwellen.

Die Gesteine, welche ich, während wir jene Schluchten durchzogen, anstehend fand, waren analog mit jenen, welche ich sowohl in Santjago und Umgebung, als auch auf der Cordillera selbst fand, und ebenso trugen die Findlinge denselben Charakter, der mit der allgemeinen Benennung der porphyrischen Structur bezeichnet werden kann, obgleich hie und da granitisches Gestein ebenfalls gefunden wurde. — Grosse 10′ und darüber im Durchmesser haltende Blöcke eines schönen und wohl ausgesprochenen Dioritporphyrs traf ich ziemlich häufig an zu jener Zeit erreichbaren Stellen des Flussbettes als mächtige Geschiebe zerstreut. Aufgeschlossene Stellen der Felswände zeigten einen dunklen Granit, der aber hier nirgends, so viel ich wenigstens beobachten konnte, in Gneiss überging. Indessen fand ich Syenit, feinkörnig und durch viele Hornblende dunkel gefärbt. Weiter gegenüber, und an einer Stelle, wo wir einige Stunden Rast hielten, war ein graurother Trachyt vorherrschend, wie die häufig zu Tage stehenden scharfkantigen Blöcke zeigten, obgleich der Boden dort sonst mit Dammerde und einer reichen Vegetation bedeckt war.

Während das Gebirge stets in Terrassen aufwärts steigt, ist dasselbe, je mehr man auf höhere Punkte gelangt, immer mehr und mehr zerrissen und von Schluchten durchsetzt und beginnt endlich einen steilen und wild romantischen Charakter anzunehmen. Man hat die Vor-Cordillera verlassen und die eigentliche Cordillera erreicht. Während in den Schluchten sich noch Pflanzenwuchs zeigt, sind Flächen und höhere Partien vollständig kahl oder doch wenigstens nur stellenweise mit einem spärlichen Graswuchse bedeckt. Man gelangt auf jene höheren Partien, indem man längs den Abhängen hinreitet, auf Pfaden, die das Guanaco getreten hat, und die buchstäblich oft kaum handbreit sind, oder es suchen sich die Pferde, nicht selten von Klippe zu Klippe springend, selbst ihren Weg. — Wir machten endlich in einer Schlucht halt, und schlugen dort unser Lager auf, ohnweit der Grenze des Schnees. Höher zu gehen, war unmöglich indem die Pferde und Maulthiere ohne Nahrung gewesen wären. Der allgemeine Typus der Gesteinsformen war dort, sowie höher, jener scheinbar wild durch einander hervorgeschobener Massen, deren verworrenes Ansehen durch spätere Hebungen, Senkungen und Einstürzungen noch vermehrt wurde. Eine genaue und gewissenhafte Angabe der Lagerungsverhältnisse jener Formen nur an den Stellen, die ich im Verlaufe meines dortigen Aufenthaltes besuchte, hätte einer jahrelangen sorgfältigen Prüfung bedurft. Ich muss mich daher einfach darauf beschränken, fragmentarische Beschreibungen zu geben, so gut ich sie auffassen konnte. In so ferne es sich beobachten liess war unfern unseres Lagerplatzes das vorherrschende Gestein ein dunkelgraues ins Röthliche spielendes Gestein, in frischem Bruche rauh und erdig aussehend, und manchen eisenhaltigen Sandsteinen des oberen Körpers nicht unähnlich. Unter dem Mikroskope [1]) glaubte ich ein höchst inniges krystallinisches Gemenge eines feldspathartigen Minerals und Magneteisens mit einem, doch in geringerer Menge vorhandenen quarzigen Bestandtheil zu bemerken. Man entdeckt ebenfalls, jedoch nur bei stärkerer Vergrösserung, kleine Nester von Pistacit, während grössere mit unbewaffnetem Auge sichtbare Partien dieses Minerals sich ebenfalls hie und da eingemengt finden. Das Gestein ist stark magnetisch. Ich glaube es als „doleritisch" bezeichnen zu dürfen. Es hat indessen, wie ich erwähnte, eine bedeutende Verbreitung und es bestehen beide Abhänge der Schlucht, in welcher wir lagerten, wenigstens vorzugsweise aus demselben, denn manchfache andere Formen treten wohl auch dazwischen auf, wenn gleich weniger mächtig. Auch entferntere Partien des Gebirges schienen nach Form der Abhänge und Farbe aus einer gleichen, oder sehr ähnlichen Felsart zu bestehen. Gangweise, hie und da, häufiger in

[1]) Es wurden diese und alle früher angeführten mikroskopischen Beobachtungen mit einem grossen Instrumente von Oberhäusser und bei einer Vergrösserung von 65 Lin. (System 4, Ocular 3) oder bei 190 Lin. (System 6, Ocular 2) angestellt.

einzelnen frei hervorstehenden Blöcken ohne nachweisbares, gangartiges Fortsetzen, tritt ein dichtes, schwarzes Gestein in dem eben bezeichneten auf. Es ist äusserst feinkörnig mit muschligem Bruche und äusserst fest und hart. Unter dem Mikroskope zeigt sich Augit, Labrador (?), Magneteisen, ein dem Zeolith sehr ähnliches Mineral, und, jedoch spärlich, kohlensaurer Kalk. Wenn gleich in dem Gesteine der Olivin fehlt, so möchte ich das Gestein dennoch für Basalt ansprechen. Hie und da findet sich in sehr kleinen Partikeln Hornblende in demselben. Scharfkantige und durch Verwitterung nicht angegriffene grössere Blöcke desselben liegen in der Thalschlucht, wie denn allenthalben in der Cordillera solche scharfkantige grössere Gesteinsfragmente mit fast frischem Bruche auf Plateaux und in Schluchten zerstreut umherliegen, und sich auf den ersten Blick leicht scheiden lassen von den durch Wasserströmungen von weiter hergeführten und abgerundeten Felstrümmern. — Die Mehrzahl der ersteren sind wohl ohne Zweifel durch Erdbeben losgerissen und auf tieferliegende Stellen gestürzt worden. Obgleich es Thatsache ist, dass auf der hohen Cordillera die Erdstösse weniger heftig gefühlt werden, als auf den Ebenen oder an der Küste von Chile und auf der anderen Seite des Gebirges, so reicht doch ihre häufige Wiederholung hin, freistehende Felsblöcke allmählich zu lösen, während eine stärkere Erschütterung sie endlich losreisst. Ich habe am 14. November des Morgens um 6 Uhr während eines eben nicht sehr starken Erdstosses von allen Seiten der Schlucht abgerissene Steine in das Thal rollen sehen, und wenn auch dort eben keine besonders mächtigen Trümmer herabstürzten, so wird dies bei einem ungewöhnlich starken Erdstosse doch unbedingt der Fall sein. Die von oben kommenden Wasser führen einen Theil solcher Trümmer mit sich, und bei dem jähen, nicht selten cascadenartigen Abfalle, den sie an vielen Stellen haben, werden solche schnell theils in kleinere Stücke zerschlagen, theils bald vollständig abgerundet. In der That haben diese Wasser oft eine wirklich reissende Strömung, so dass man bei einem Wasserstande, der kaum bis an die Kniee reicht, beim Durchwaten Vorsicht anwenden muss, um nicht umgerissen zu werden, und wir wurden des Nachts nicht selten durch das donnerähnliche Geräusch erweckt, welches durch mächtige Blöcke hervorgebracht wurde, die der stärker angeschwollene Bach dicht an unserem Lager mit sich fortriss.

Ein anderes Gestein, welches ebenfalls in Gängen und einzeln hervorstehenden Felsblöcken in dem zuerst erwähnten, die Hauptmasse bildenden, vorkömmt, ist ein Diabasporphyr, in dessen graugrüner Grundmasse der feldspathige Gemengtheil in grösseren und kleineren Individuen ausgeschieden ist, und das porphyrische Aussehen bedingt. Hornblende findet sich hier und da, jedoch selten. Braunrothe und glänzende Punkte finden sich hier und da eingemengt, indess in solcher Kleinheit, dass sie vor dem Löthrohre nicht untersucht werden konnten. Auch dieses Gestein ist ziemlich stark magnetisch, obgleich man nur einzelne Krystalle mit Magneteisen unter dem Mikroskope unterscheiden kann. Es scheint mithin der dichten Grundmasse ein grösserer Antheil beigemengt zu sein. Aus der Sohle des Thales und hier und da an dem unteren Theile des Abhanges stehen vereinzelte Blöcke eines Trachytes hervor, welcher dunkel aschgrau und ziemlich grobkörnig ist. Er besteht aus Quarz oder einem sehr quarzähnlichen Minerale mit überwiegendem glasigen Feldspath und ziemlich viel Magneteisen. Lose und ziemlich verwitterte grössere Trümmer desselben Gesteins liegen zerstreut im Thale umher und sind wohl von den oberen, an vielen Punkten unerreichbaren Stellen der Abhänge losgerissen worden, denn sie sind nicht vom Wasser abgerundet worden.

Sowohl an beiden Wänden des in Rede stehenden Thales anstehend, als auch in losgerissenen Blöcken auf der Sohle zerstreut, und höher im Gebirge findet sich eine Breccie sehr häufig. Es besteht dieselbe aus grösseren, eine bis fünf Linien starken, scharfkantigen Stücken jenes Basaltes, oder wenigstens sehr basaltähnlichen Gesteins, dessen ich eben erwähnte; hellgelbliche oder gelbgrünliche Fragmente liegen an und neben den directen Gesteinstrümmern und ich halte dieselben für Pistacit, denn häufig gehen sie in krystallinische Massen über, die sich als jenes Mineral beweisen. Diese einzelnen Gemengtheile werden an manchen Stellen ein und desselben Handstückes bisweilen klein, so dass sie eben noch mit

unbewaffnetem Auge zu erkennen sind, und werden als Cement von einer graugrünen scheinbar zersetzten Masse zusammengehalten, in welcher sich hier und da glänzende Krystalle von glasigem Feldspathe zeigen. Das ganze Ansehen des Gesteins stellt es ausser Zweifel, dass man es mit einer auf feurig flüssigem Wege oder wenigstens im teigigen Zustande hervorgeschobenen Masse zu thun hat, die vielleicht eine basaltische Breccie zu nennen ist. Auf ähnliche Weise ist ein anderes Gestein zu betrachten, eine Grünsteinbreccie, welche sich, wenn auch seltener, in jener Gegend findet. Es ist fester, als das vorher genannte, und hat ein vollkommen porphyrisches Ansehen; bei näherer Betrachtung aber findet man in einer offenbar grünsteinartigen Masse grössere mehr oder weniger scharfkantige Bruchstücke desselben Gesteins vorherrschend eingeschlossen und nebenher ein Gemenge unregelmässig zerstreuter feldspathiger Theile, Pistacit, kleine Krystalle von Magneteisen und ebenso ein quarzartiges Mineral. Diese beiden Breccien bewegen die Nadel nur sehr schwach.

Ich möchte das Thal oder die Schlucht, deren Gestein ich im Vorhergehenden beschrieben habe, in einer Ausdehnung von wohl drei Stunden in die Länge, als eine durch frühere mächtige, von oben kommende Wassermassen gerissene Furche betrachten, und glaube, dass die beiden Thalwände ursprünglich vereinigt waren, und eines jener Plateaux bildeten, aus welchen die Cordillera überhaupt besteht, nicht aber als zwei einzelne, isolirt hervorgeschobene Massen. Schon das ziemlich gleiche Vorkommen der vorher beschriebenen einzelnen Gesteine in dem bei weitem vorherrschenden Dolerit an den beiden Thalwänden, welches sich wenigstens theilweise als ein gangartiges nachweisen liess, unterbrochen durch die Schlucht selbst, spricht bestimmt hiefür. Die Streichungslinie des Thales ist von Nord nach Süd, die Wände desselben wohl 500′ hoch auf der gegen West gelegenen Seite, steigen auf der östlichen Höhe an und bilden dort eine Terrasse oder ein Plateau von vielleicht einer halben Stunde Ausdehnung, welche an manchen Stellen Graswuchs zeigte und woselbst sich die Guanacos nicht selten einfanden. Die Sohle des Thales, bald dreissig, bald sechzig Schritte breit, verengt sich indessen an manchen Stellen bedeutend. Häufig sind die Terrassen der Cordillera von solchen Schluchten durchzogen, von denen viele wohl anfänglich nicht lange Zeit nach der Hebung und Emportreibung der Massen durch Spaltungen der Gesteine selbst entstanden, aber grossentheils später durch Wasser erweitert und in die jetzige Form gebracht worden sind. Diese Schluchten gewähren häufig einen höchst pittoresken Anblick und es hat nicht leicht irgend etwas einen bleibenderen Eindruck auf mich hinterlassen, als eben sie. Es ist vorzugsweise das wechselnde Licht, mit welchem diese Partien beleuchtet sind, und die Wolkenschichten, welche sie häufig theils verhüllen, theils kurze Zeit wieder darauf grell von der Sonne beleuchtet werden lassen. Von dem Platze hinter unserem Lager aus hatten wir stets das nördliche Ende der Schlucht vor Augen, und ich glaube, dass die Skizze derselben, wie ich sie an Ort und Stelle entworfen und auf Taf. VI, beigefügt habe, nicht uninteressant ist, weil sie den Typus eines oft auf der Cordillera sich wiederholenden Bildes gibt. Während die Sonne, je nach ihrem Stande, die eine der Thalwände grell beleuchtet oder auch die Sohle des Thales von ihr beschienen wird, ist der Hintergrund des letzteren mit einer tief dunklen, fast schwarzen Wolkenschichte bedeckt, so dass man unwillkürlich an ein Aufhören des Gebirges denkt, und an die Aussicht auf einen gegenüberliegenden von dunklen Wolken begrenzten Horizont. Schnell und plötzlich aber zerreisst der Wolkenschleier, und an dessen Stelle tritt eine steile und jäh ansteigende Felswand, oder, wie auf der gegebenen Zeichnung, eine kegelförmige mit Schnee bedeckte Felsenmasse, welche das weitere Vordringen verhindert, wenn man sie erreicht hat, indem ihre Wände an vielen Stellen senkrecht emporstehen oder an weniger steilen Orten mit 20′ tiefem festen Firnschnee bedeckt sind. Dieses Spiel der Wolken wiederholt sich häufig auch an anderen Punkten des Gebirges, wo es nicht minder eigenthümliche Effecte hervorruft. So will ich nur nebenher eines Thalkessels erwähnen, der aber leider in einer für meine Hülfsmittel unerreichbaren Tiefe lag, in dem er fast allenthalben, von fast senkrechten Wänden von mindestens

300′ eingeschlossen war. Über die anderen Felskämme hinwegstreichende Wolken, verweilen regelmässig, wie an einem Sammelplatze, in jener Vertiefung, so dass deren Sohle fast stets mit einer grauen Nebelmasse bedeckt war, und nur selten und auf kurze Zeit der schwarze und wild zerrissene Grund in kraterähnlicher Vertiefung gesehen werden konnte, und es schien dann die Wolkenlage mehr vom Gestein absorbirt, als etwa durch eine veränderte Windrichtung hinausgetrieben worden zu sein.

Wenn ich vorhin in der ersterwähnten Schlucht die Lagerungsverhältnisse der angeführten Gesteine nur noch einigermassen deutlich zu machen vermochte, so hat dies an vielen anderen Stellen oft nicht stattgefunden. An höheren Punkten, als die des Lagers, zeigte sich häufig eine Verworrenheit der Massen und ein so zahlreiches Auftreten verschiedenartiger Gesteine auf einem oft verhältnissmässig kleinen Raume, dass im Allgemeinen nur der Charakter gleichzeitig emporgeschobener Formen als vorherrschend anzunehmen war, wenn gleich hie und da auch ein gangartiges Auftreten einzelner Formen sich geltend machte.

Ich will eine wirklich prachtvolle Felspartie schildern, welche sich in etwa 2 Stunden Entfernung von unserem Lagerplatze befand, und welche ich häufig besuchte, um Colibri [1]) zu schiessen, welche dort, dicht unter der Grenze des ewigen Schnees sich ziemlich häufig aufhalten. Eine ziemlich steil ansteigende Wand eines graurothen Dolerites, welche sich aber mehrfach in terrassenförmigen Plateaux abflacht, und vollkommen gut erstiegen werden kann, bildet auf ihrer Höhe ein weites Plateau, eine zweite Felspartie, welche vollständig mauerartig ansteigt, so dass sie kaum an einigen Stellen zu erklimmen ist, und selbst dort nur auf eine kurze Strecke. Jene Felsmassen gleichen, in einiger Entfernung gesehen, vollständig den Ruinen eines alten Schlosses und die Tendenz des Gesteins, sich in grösseren Partien säulenförmig abzusondern, wodurch thurmartige Formen hervortreten, erhöht noch jene Ähnlichkeit. Der untere Theil dieser Felsmassen, welche einen bedeutenden Umfang haben, und wenigstens eine halbe Stunde Längserstreckung, besteht aus einem Basalte, welcher mit jenem, schon oben geschilderten olivinfreien im Lager vollkommen identisch ist. Auf diesem Basalte liegt, scheinbar aufgelagert, eine basaltische Breccie in einer Mächtigkeit von abwechselnd 80, 100 und an einigen Stellen wohl 200 Fussen. Diese Breccie hat ein verwittertes, tuffartiges Ansehen. Sie besteht aus scharfkantigen Basaltfragmenten von sehr verschiedener Grösse und aus einem verwitterten Feldspathe, wohl Albit. Neben diesen Bestandtheilen, welche die Hauptmasse des Gesteins bilden, liegen hie und da noch andere Einmengungen von Felsarten zerstreut, welche indess kaum zu bestimmen sind. Das Cement selbst scheint wieder aus einem Gemenge von höchst kleinen und innig verbundenen Feldspath- und Basalttheilen zu bestehen. Nicht weit von diesen Bildungen befindet sich eine steil hervorgeschobene Masse von Basalt von wenigstens 500′ Höhe. Ihre Form ist ziemlich ähnlich jener, welche auf Taf. VI, als Hintergrund zu sehen ist. Das Gestein selbst ist wieder dem schon früher geschilderten gleich und ich habe es, trotz der gänzlichen Abwesenheit des Olivins, wie jenes, Basalt genannt. Dieser Basaltkegel ist sicher eine für sich hervorgeschobene Masse, ob er aber frei aus den umgebenden Felsarten emporgestiegen ist, oder ob er letztere bloss durchbrochen hat, früher seitlich von denselben umgeben war, und dieselben, als leichter zersetzbar und als weniger festes Material, von heftigen Gebirgswassern zerstört und entfernt worden sind, kann ich nicht entscheiden. Dolerit kommt, anstehend am Fusse des Basaltkegels vor, und die basaltische Bildung steht am Ende einer Schlucht, dieselbe mit ihrer vorderen Wand steil abschliessend, während, wie der Blick von höheren Stellen zeigt, ihre Rückseiten theilweise, etwa zur Hälfte von der Basis, an andere Gebirgsmassen gelehnt sind. Aber bis dorthin ist nicht zu dringen. Die steil ansteigenden Säulen und plattenförmig gespaltenen Wände des Basaltes erlauben kein Übersteigen derselben, und umgangen kann der Kegel eben so wenig werden, indem 12′ bis 20′ starke Lagen Schnees die seitlich liegenden Schluchten ausfüllen. Der Gipfel der Basaltbildung ist ebenfalls mit Schnee bedeckt,

---

[1]) Trochilus gigas, häufiger aber T. leucopleurus.

dessen periodisches Schmelzen wohl grösstentheils einem Bache das Dasein gibt, der mit reissender Schnelle durch die Thalschlucht abwärts eilt.

Bei den so eben geschilderten Formen, dem Basalte und der basaltischen Breccie, ist immerhin noch ein klarer Anblick gestattet, da diese mächtigen Bildungen der Zerstörung wohl durch ihre Massen selbst länger widerstanden haben. Aber man findet an Abhängen, und wenn gleich steilen doch immer ersteigbaren Wänden, Gesteine neben einander anstehen, oder vielmehr als einzelne hervorstehende Felsen die Wand selbst bilden, über deren eigentliche Lagerungsverhältnisse, oder vielmehr über die Art wie sie neben, unter oder über einander geschoben erscheinen, man sich keine Rechenschaft zu geben vermag. Hier müssen ohne Zweifel mächtige Erderschütterungen zu Hülfe genommen werden, Hebungen, Senkungen, Einstürzen oder Schieflegen ganzer grösserer Massen, kurz alle jene Erscheinungen, die sich nach der Emportreibung eines Gebirgszuges von der Ausdehnung der Andeskette, unzweifelhaft ereignet haben müssen, ganz abgesehen davon, ob letztere in grösseren Zwischenräumen oder mehr in ein und derselben Periode hervorgetreten ist. Dass die Tendenz zu einer Hebung im zuletzt angeführten Sinne vorhanden war, ergibt sich aus der ununterbrochenen Kette der Anden selbst, und die Erdbeben, welche jetzt noch von Zeit zu Zeit Chile, sowie einen grossen Theil der Westküste erschüttern, lassen auf jene furchtbaren Erschütterungen schliessen, welche zur Zeit der Hebung oder kurz darauf stattgefunden haben müssen. Es treten nicht selten auf eine Strecke von zwanzig und etlichen Schritten höchst verschiedene Formen auf. So fand ich ein Gestein, welches offenbar vollständig geschichtet war. Wechselnde Lagen eines feldspathartigen Bestandtheils und eines kieseligen treten in der Dicke von einer Linie bis zu solcher Feinheit auf, dass sie nur unter dem Mikroskope gesehen werden konnten. Fragmente basaltischen und doleritischen Gesteins liegen zerstreut hie und da zwischen diesen Schichten. Bisweilen ist ein grösserer Krystall von Feldspath eingemengt und zwischen den einzelnen Lagen finden sich als rindenartiger Überzug Hyalithpartien. Es tritt das Gestein als ein freier Felsblock von etwa 10′ Höhe und 6′ bis 7′ Breite mit senkrechter Stellung der Schichten auf, und nebenan geht ein ausgesprochener Trachytporphyr zu Tage, so dass das geschichtete Gestein in denselben eingekeilt erscheint. Ober und unter dem Trachytporphyr steht Diabas oder Grünsteinbreccie an, die wieder durch einzelne Blöcke eines grauen quarzreichen Syenites durchbrochen ist. Abgerundet, durch Einwirkung von Wasser, sind alle diese Gesteine nicht, aber sehr oft ist das Erkennen der Gesteine, welche man mit dem Hammer nicht erreichen kann, durch Verwitterung unmöglich gemacht, und bisweilen bedecken Humusschichten, häufiger aber undurchdringliche Lagen von oben herabgerollter Trümmer und Producte der Verwitterung die nicht ganz abschüssig gelagerten Felsen auf eine solche Art, dass dieselben nur an wenigen Stellen erkannt werden können.

Glimmerhaltige Gesteine habe ich auf den höheren Punkten der Cordillera nur selten getroffen, und ich möchte diese wenigen Fälle als solche bezeichnen, in welchen granitisches Gestein bei der Hebung jener jüngeren Eruptionsformen losgerissen und als Fragment mit emporgetrieben wurde. Auf Taf. IV, Fig. 4, habe ich eine Durchschnittszeichnung beigegeben, in welcher einer der wenigen Fälle versinnlicht ist, wo im Dolerit ein scheinbar gangartiges Auftreten von Granit stattfindet. Der Granit hat an der mächtigsten Stelle etwa 6′. Es konnte wegen unten wieder anstehenden Dolerites nicht das etwaige weitere Fortsetzen in die Tiefe ermittelt werden. Die Blosslegung des Granites aber scheint durch eine Ablösung eines Theiles der Felswand entstanden zu sein; ich konnte aber unter den vielen Trümmern von Dolerit an dem Abhange der Felswand keine granitischen Fragmente finden. Der anstehende Granit ist hellröthlich und ziemlich feldspathreich.

Ich besuchte zu verschiedenen Malen höhere Punkte der Cordillera. Aber die höchsten Gipfel, welche sich in unserer Nähe, das heisst in einer Entfernung von 6 bis 7 Stunden befanden, waren durchaus nicht zu ersteigen. Senkrechte Wände, mit Schnee bedeckte Abgründe oder weite Felder, die mit 20′ tiefem

Schnee bedeckt waren, der nur an einigen Stellen die Last eines Mannes trug, waren die Hindernisse, die mit den mir zu Gebote stehenden Hülfsmitteln nicht zu überwinden waren. Bis dorthin aber gelangten wir stets zu Pferde und das zwar über Stellen, welche ein nicht einigermassen Geübter zu Fusse zu betreten gezögert haben würde. Wir hatten etwa 4 Stunden aufwärts zu reiten, bis wir ostwärts von unserem Lager eine solche Stelle erreichten, die Pferde klommen eine Stunde weit steile Abhänge hinan, bisweilen von Klippe zu Klippe springend, bisweilen auf Guanaco Pfaden galoppirend, bis wir auf eine Ebene gelangten, die grösstentheils mit Schnee bedeckt, aber doch hie und da spärlichen Graswuchs zeigte, dann wieder das Aufwärtsklimmen und wieder eine Terrasse, bis wir endlich die Höhe erreichten, von welcher an nicht weiter zu kommen war. Ähnlich wie auf Taf. V, ein Blick von der Seeseite hin gegen die Andeskette gegeben ist, so übersieht man von jener Stelle das Land bis zu der mittleren Hügelreihe, der Cuesta de Prado und selbst über diese hinaus bis zu der Küstenreihe. Es treten scharf die oben erwähnten kegelförmigen Berge ohnweit Santjago hervor und die Stadt selbst, sicher 8 deutsche Meilen entfernt, liegt deutlich ausgesprochen in der Ebene. Es ist wieder die unendliche Klarheit der Luft, welche diesen Fernblick zu thun erlaubt. Ich habe eine Zeichnung an Ort und Stelle zu entwerfen gesucht, welche diesen Blick über das chilenische Land einigermassen versinnlichen soll und habe sie auf Taf. VII, beigegeben. Das Plateau rechts des Bildes, liegt etwa zweihundert Fuss tiefer als die mit einzelnen Felsblöcken überdeckte Stelle, von welcher aus gezeichnet wurde, und ich habe dort den Schnee bis zu 18' Tiefe gemessen an Stellen, wo sich ein Theil desselben abgerissen hatte und in eine Schlucht gestürzt war, die die Terrasse durchzieht. Links des Bildes ist eine Moräne. Ich werde später auf diese interessante Bildung zurückkommen, muss aber hier bemerken, dass, als ich einen meiner chilenischen Knechte, der mich begleitete, fragte, auf welche Art wohl dieser Steinwall entstanden sei, er mir zur Antwort gab „das thut der Schnee". Ich habe mit Vergnügen unten in Chile und an der Grenze des ewigen Schnees, von einem unbefangenen chilenischen Landmanne diese Äusserung vernommen, welche so wohl mit den Ansichten unserer gelehrten Geognosten stimmt.

Ich fand auf dieser Moräne kein einziges glimmerhaltiges Gestein, wohl aber fast alle die bisher angedeuteten, und eine solche Menge von Varietäten desselben, dass ich dieselben wohl schwerlich hätte aus der Cordillera schaffen können, wenn ich nur die bezeichnendsten mit mir genommen hätte. In mächtigen Blöcken anstehend aber, und offenbar dort emporgetrieben, fand ich ohnweit der Moräne Basalt, der wieder Pistacit enthielt. Ich habe das Mineral anfänglich für Olivin gehalten, es aber später als Pistacit erkannt. Ebenfalls anstehend aber in grösseren Partien und einen Theil der mit Schnee bedeckten Abhänge bildend, fand ich ein Gestein, welches aus einem grobkörnigen Gemenge von Orthoklas, Elaeolith und Hornblende bestand. Es hat dieses Gestein mithin viele Ähnlichkeit mit dem von G. Rose im Ural gefundenen Miascit, nur dass ihm der Glimmer fehlt. Es hält vielleicht das Mittel zwischen jenem Gesteine und Syenit. Im äusseren Ansehen ihm sehr ähnlich, doch etwas grobkörniger tritt neben vorhergehendem Gesteine ein Gemenge aus Hypersthen und Labrador auf, dem etwas Quarz beigemengt ist. Ich habe es Hypersthenit genannt, da es der von Naumann gegebenen Bezeichnung dieses Gesteins am meisten entspricht.

Trachyt, jedoch mit spärlichen Individuen von glasigem Feldspathe, bildet dort ebenfalls Massen von beträchtlicher Ausdehnung, das Gestein hat durch grössere Albit-Krystalle ein porphyrartiges Ansehen und führt ebenfalls Pistacit. Es enthält Magneteisen. Basaltische Breccien treten auch in jener Höhe häufig und ziemlich mächtig auf, aber es gilt, was ich vorher schon über das Verhältniss der gegenseitigen Lagerung ausgesprochen habe, auch hier, indem theils Einstürzungen, und in dieser Höhe jedenfalls wohl auch die Einwirkung grösserer Eis- und Schneemassen die ursprüngliche Stellung von Gebirgsmassen verändert und undeutlich gemacht haben. Ähnlich wie weiter gegen unten verdecken aber auch hier Schutt-Ablagerungen grossentheils die Felsen und machen es unmöglich, wünschenswerthe Aufschlüsse zu erhalten.

Etwa 5 Stunden weit von dem Platze unseres Lagers, ebenfalls an der Grenze des Schnees, habe ich ein schmutzig violettes Gestein gefunden, das dort in ziemlichen Massen anstand, und dessen vorwaltende Masse ich für Labrador halte, dem grössere Partien von grünlichem Dialag, welche in der Grundmasse zerstreut sind, das Ansehen eines hübschen Porphyrs geben. Es gehört mithin das Gestein in die Gabroformation. Hie und da findet sich Hornblende eingesprengt, doch selten. Mikroskopische Punkte eines metallisch glänzenden Minerals kommen ebenfalls in dem Gesteine vor, aber sehr spärlich und schwer zu erkennen. Ich habe sie nicht bestimmen können. Glimmer fehlt gänzlich. In diesem Gesteine, welches mässig auftritt und ohne alle Tendenz zu säulen- oder plattenförmiger Absonderung, kommt an einigen Stellen Syenit vor, dessen Auftreten ich beinahe ein gangförmiges nennen möchte. Es ist ein feinkörniges Gemenge aus vorherrschender grünlich schwarzer Hornblende und Orthoklas. Zerstreut zwischen der Hornblende und Orthoklaskrystallen liegen verworrene Individuen eines Minerals, das mit freiem Auge oder bei schwacher Vergrösserung roth, mit der Farbe gewisser Granate erscheint und hier und da fast metallischen Glanz hat. Bei stärkerer Vergrösserung ist es dunkel bernsteingelb und transparent. Es ist so mit der Grundmasse gemengt, dass ich keine reine Probe für eine Löthrohruntersuchung erhalten konnte. Ich habe Trümmer dieses Minerals mit sehr deutlich ausgesprochenen Rutschflächen gefunden, aber ich konnte an der freistehenden Wand die Stelle, wo sich Gabro und Syenit begrenzten, nicht untersuchen. Jedenfalls erschienen mir die Massen des letzteren in dem Gabro eingeschoben zu sein, wenn ich auch gleichwohl eine eigentliche Gangbildung nicht annehmen will. Ohnweit jener Formen fand ich häufig einen dichten Brauneisenstein, aber stets unter den Trümmern und Fragmenten, und niemals anstehend, oder als Gang in anderem Gesteine.

Dioritische und basaltische Breccien, fast sämmtlich mit starker Neigung zu verwittern, waren an jener Stelle neben den genannten die vorzüglichsten Repräsentanten der Gebirgsform. Nach allen Richtungen hin, in welchen ich die Cordillera durchschweifte, fand ich ähnliche oder wenigstens den geschilderten sehr verwandte Formen: Gesteine, bei welchen allgemein ausgedrückt, porphyrische Structur die vorherrschende war, Basalte nicht selten, noch häufiger aber Breccien analoger Formen; granitische Gesteine, in grösseren Höhen selten, wohl vielleicht aber, wo sie vorkommen, emporgerissene grössere Trümmer. Von accessorischen Bestandtheilen fällt auf: das häufige und allenthalben verbreitete Vorkommen von Pistacit, sowie auf der anderen Seite der Mangel an Olivin im Basalte. Magneteisen darf als ein nur in wenigen Formen fehlende Beimengung angenommen werden. — Eruptives, vorzugsweise plutonisches Gestein, dessen überwiegende Menge zugleich emporgeschoben wurde, grossentheils wohl im Zustande ziemlicher Fluidität, wenn gleich weniger bedeutende spätere Durchbrechungen nicht in Abrede zu stellen, bildet dort die Hauptmasse des Gebirgszuges. Ich will hiemit natürlich nicht aussprechen, dass die ganze Andeskette zu gleicher Zeit gehoben worden ist, ich spreche bloss von dem Charakter des kleinen Stücks derselben, den ich zu sehen bekam, denn es unterliegt keinem Zweifel, dass die Hebung der ganzen unermesslichen Reihe zu verschiedenen Zeiten vor sich gegangen, wenn gleich die Tendenz zu solcher Hebung vorliegen musste.

Wie man gesehen hat, fanden sich in den Gesteinen des von mir besuchten Theils der Cordillera nur wenige fremde Mineralien und fast gar keine metallischen Beimengungen. Aber etwa 25 Stunden weiter nördlich treten erzführende Gänge auf[1], und ich habe in Santjago Mineralien erhalten, welche ein Bergwerkbesitzer aus seinen Gruben mitgebracht hatte, und die ich hier anführen will, obgleich ich über das Gestein selbst, in welchem sie vorkommen, keine Nachricht erhalten konnte. Ich erhielt in schönen Exemplaren:

[1] Es befinden sich Erzgruben fast allenthalben in der Cordillera von Chile, welche in den Händen von Privatpersonen sind, und welche oft wieder verlassen werden, wenn eine momentane schlechte Ausbeute keine weiteren Mittel zum ferneren Betriebe bietet. Hirten oder Landleute, welche ohnweit der Gebirge wohnen, machen sich nicht selten auf um „Minen" zu suchen, und wenn sie nach Wochen, oft nach mondenlangem Herumirren eine erzführende Stelle gefunden haben, verkaufen sie ihr Geheimniss an irgend einen, der Geld oder Credit hat, den Bau zu betreiben. Ich habe häufig gefunden, dass der Besitzer den Ort, an welchem seine Werke liegen, möglichst verheimlicht.

Arsenkupfer, derb, pfauenschweifig angelaufen, besonders auf frischen Bruchflächen. Kupfergrün ist hier und da eingesprengt, Fragmente eines Quarzgesteines hängen den einzelnen Exemplaren an, und es scheint das Erz in denselben vorzukommen.

Kupferglanz, ebenfalls derb und hie und da mit Kupfergrün durchzogen.

Kupfergrün, Kupferlasur und Kupferschwärze gemengt mit Antimonglanz; Ausfüllungs-Pseudomorphosen treten häufig und zwischen dem Gemenge der angegebenen Mineralien auf. — Ziegelerz gemengt mit Arsenkupfer.

Ein schwarzes, wie es scheint doleritisches Gestein, in Spalten häufig mit Malachit und Kupfergrün durchzogen und überdem stark durch seine ganze Masse hindurch kupferhaltig.

Endlich, gediegen Kupfer, theils verzogen und ästig durcheinander gewachsen, theils aber auch in ziemlich deutlichen Oktaëdern und Rhombendodekaëdern.

Ein braunes, schlackig poröses Bleierz mit einem gelben Mineral durchzogen, welches reines Bleioxyd zu sein scheint. Eine sorgfältige Analyse, welche ich später anstreben werde, mag bestimmen, ob hier das in Mexico natürlich vorkommende, gelbe Oxyd vorliegt. — Bleiglanz in grösseren Nestern liegt in dem braunen Fossile vertheilt.

Von Cobalterzen erhielt ich Speiscobalt in verschiedenen Varietäten, zum Theil mit sehr schöner Cobaltblüthe überzogen, hier und da mit schwarzem Erdcobalt gemengt, und mit einem braunen glänzenden Minerale durchsetzt, welches ebenfalls stark cobalthaltig ist, was ich aber noch nicht näher bezeichnen kann.

Ferner habe ich von einem früheren, jetzt gänzlich verarmten sogenannten Minenbesitzer in Valparaiso einige hübsche Silbererze erhalten, welche ebenfalls ohnweit Santjago auf der Cordillera gefunden worden sind. Es ist meist haarförmig gediegen Silber auf einem grauen Kalksteine, der ebenfalls nicht selten silberhaltig ist; dann Chlorsilber, graubraun, ins schmutzig Violette ziehend, in derben Massen manchmal mit faseriger Textur, in Stücken eine bis zwei Unzen schwer. Zuletzt noch kohlensaures Silber in ebenfalls einige Unzen schweren derben Stücken von kleinkörnigem, fast erdigen Bruche, tief grauschwarz mit glänzendem Striche, mit Säure brausend, aber wie es scheint mit gediegenem Silber durchmengt. Man trifft überhaupt in Chile bei den reicheren Grubenbesitzern Silberstufen von überraschender Schönheit, welche theils von den Werken in der Cordillera, theils aber auch von jenen an der Küste herstammen. Ich habe in Valparaiso öfters Stücke von 6—8″ Länge und fast gleicher Dicke gesehen, die aus reinem haarförmig gediegenen Silber bestanden, und bei einem deutschen Kaufmanne noch grössere Massen in derben Stücken. Das meiste Silber in Chile scheint, sowohl das auf der Andeskette, als auch jenes in Copiapo und Coquimbo, auf einem rauchgrauen, bisweilen etwas grünlichen Kalksteine vorzukommen, wenigstens habe ich fast immer das gediegene Silber auf und in jenem Kalksteine aufgewachsen gefunden. Ich habe ein Stück dieses Kalksteines untersucht, den ich von Copiapo erhielt, und auf welchem gediegen Silber aufgewachsen war. Obgleich in demselben, selbst unter der Loupe, sich keine unterscheidbaren Silbertheile mehr erkennen liessen, hatte es doch noch einen bedeutenden Silbergehalt. Ich erhielt bei der Analyse in 100 Theilen: kohlensaure Kalkerde 62.14, schwefelsaure Kalkerde 1.16, kohlensaure Talkerde 4.60, Kieselerde 26.07, Silber 5.21, Antimon 0.50, Spur von Eisen und Verlust 0.32.

Von Silbererzen, welche in den Werken zu Coquimbo gefunden werden, zeichnet sich noch Jodsilber aus. Ich habe bei einem Deutschen in Santjago prachtvolle Handstücke dieses seltenen Minerals gesehen. An dem kleinen Exemplare, welches ich dort erhielt, sitzt das Jodsilber in und auf einem weissem quarz-

---

Der Grund mag der sein, dass ein Gesetz in Chile eine Grube für herrenlos erklärt, welche nicht drei Monate lang, oder wenigstens nicht mit drei Arbeitern bebaut wird; da nun leicht der Fall eintritt, dass weniger bemittelte Besitzer für eine Zeitlang nicht im Stande sind, ihre Gruben zu bebauen, letztere aber alsdann von einem anderen als herrenlos in Anspruch genommen werden können, erklärt sich leicht jenes Geheimhalten, welches in jenem Lande und in den entlegenen Schluchten der Anden sich leicht bewerkstelligen lässt.

reichen Sandsteine. Es ist schwefelgelb und durchscheinend, weich und färbt vor dem Löthrohr die Flamme auf einen Augenblick purpurroth, schmilzt aber hierauf schnell zu einer Kugel, die bald ein Silberkorn gibt; in einer Glasröhre geschmolzen, erhält man einen geringen Jodbeschlag, aber die grösste Menge des Minerals schmilzt zu einer dunkelgelben Masse, die sich nicht weiter verändert. Es verändert die Farbe nicht am Lichte. Die geringe Menge, welche mir zu Gebote steht, erlaubt keine weitere Untersuchung.

Bromsilber wurde mir ebenfalls in Santjago gezeigt, es wurde erst vor Kurzem aus den Gruben gesendet. Im frischen Bruche war dasselbe, wenn ich nicht irre, ebenfalls hellgelb, schwärzt sich aber beim Lichte. Ich konnte keine Stufe jenes Minerals erhalten.

Nach dieser Abschweifung über einige Silbererze Chile's überhaupt, will ich noch einige Mineralien erwähnen, welche ich, zwar nicht mehr von der Cordillera von Chile, aber doch nur aus geringer Entfernung von der chilenischen Grenze, nämlich von Biscahillas, am östlichen Fusse der Cordillera von Bolivia im 18.° Südbreite erhalten habe, und welche einen bedeutenden Erzreichthum auch jener Gegenden zu beweisen scheinen.

Unter den Kupfererzen befanden sich besonders schöne Stufen von Rothkupfererz in derben grossen Stücken, dann Kupferlasur und Kupfergrün, Nester bildend und Drusenräume erfüllend in Brauneisenstein, der ebenfalls kupferhaltig ist.

Malachit in derben Stücken, verschiedene Fahlerze und endlich gediegen Kupfer in einem gypshaltigen Sandsteine, welcher letztere häufig mit stärkeren Lagen von Fasergyps durchzogen ist. Kupfergrün hat sich hier und da ausgeschieden und der Gyps ist auch nicht selten durch dasselbe grün gefärbt, so wie jener der Algodonbay durch Atakamit. Das gediegene Kupfer durchzieht in liniendicken und stärkeren Lagen den Sandstein, und bildet durcheinander gewachsene, undeutlich krystallinische Gruppen.

Von Antimonerzen erhielt ich Antimonglanz, derb sowohl, als auch eingesprengt und verwachsen in einem bräunlichen Kalksteine und hier und da mit Kupfererzen gemengt. Es befand sich unter jenen Erzen blos ein einziges Stück derben Eisenglanzes, Silber hingegen in mehreren Exemplaren gediegen. Ich habe das gediegene Silber von dort untersucht, indem ich eine Probe von einem 13 Loth schweren Exemplare genommen habe, und habe in 100 Theilen gefunden: Silber 91.75, Antimon und Spur von Blei 2.09, anhängendes unzersetztes Gestein und kohlensauren Kalk 6.16. Das anhängende Gestein hinweggerechnet, mithin: Silber 97.7, Antimon, Spur von Blei 2.3. Arsen, Kupfer oder andere Metalle überhaupt enthielt dasselbe nicht.

Von einigen anderen Mineralien, welche ich in Chile erhielt, will ich noch des Meteoreisens aus der Wüste von Atakama erwähnen, welches von Dr. Ried ebenfalls unter dem 18.° südlicher Breite und 60 Stunden weit von der Küste, mithin ohne Zweifel nahe bei der Cordillera an einem vulcanischen Spalte gefunden wurde. Professor Scherer in Würzburg, welchem ich ein Stückchen jener Eisenmasse mittheilte, hat dasselbe untersucht und die Analyse bekannt gemacht. [1]) Das Stück, welches ich besitze wiegt fast 7 Loth und besteht aus einer derben Metallmasse, welche indessen hier und da zerfressen erscheint, und hakige, unregelmässige Höhlungen enthält, welche mit einer weissen erdigen Masse durchzogen sind, die aus Kieselerde und Magnesia besteht. An den derben Stellen zeigt die Stufe deutliche, Schliffe, ähnlich den Rutschflächen.

Es ist mir vielleicht noch erlaubt, schliesslich des Goldes von Kalifornien zu erwähnen, welches ich in wirklich ungeheuren Quantitäten in Chile, sowie später in Peru zu sehen Gelegenheit hatte. Stücke von 4 bis 5 Unzen an Gewicht sind keine Seltenheit, und es wird das Metall sehr häufig zu Luxus- und Schmuckgegenständen verwendet, indem es ohne alle weitere Behandlung sogleich geschmolzen und verarbeitet

---

[1]) Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg, Bd. II, p. 40.

wird. Ich habe etwa eine Unze jenes Goldes käuflich an mich gebracht. Die Formen, in welchen dasselbe vorkömmt, sind hinlänglich bekannt, aber eine Analyse, welche ich mit demselben angestellt habe, zeigt, dass die Zusammensetzung desselben eine ziemlich gleiche ist, wenigstens stimmt meine Analyse sehr gut mit jener von Rivot, Henry und Hofmann[1]).

Ich fand:

	I.		II.
Gold	91.10	. .	89.62
Silber	8.02	. .	9.62
Kupfer, Eisen . . .	0.88	. .	0.76
	100.00	. .	100.00

In den Höhlungen der grösseren Körner, und selbst den kleineren anhängend, findet sich eine aschgraue erdige Masse, sie bestand, insoferne auf eine mit so wenig Material angestellte Analyse gebaut werden kann, in 100 Theilen aus:

Kalkerde . . .	93.8
Thonerde . . .	4.4
Eisen	1.8
	100.0

Die Bai von Corral in Valdivia und Umgebungen.

Die Bai von Corral (39° 52 südl. B.) oder der Hafen von Valdivia, unter der früheren spanischen Herrschaft einer der besuchtesten und wichtigsten Häfen von Chile, hat durch die politischen Veränderungen in jenem Lande bedeutend gelitten und bietet ein trauriges Bild gefallener Grösse. Die Batterien, die seinen Eingang beschützten: „Fort Carlos" gegen West und die „Niebla-Batterie" gegen Ost, liegen in Trümmern, ebenso die Gonzalo-Batterie und ein Fort auf einer kleinen, im Hafen selbst befindlichen Insel. Das Fort Corral allein steht noch einigermassen, und ist von mehr oder weniger freundlichen Häusern umsiedelt. Wie fast alle chilenischen Häfen mündet die Bai direct gegen Nord, und bietet gegen den von dort kommenden Wind wenig oder gar keinen Schutz, während bei anderer Windrichtung das Wasser der Bucht kaum bewegt wird. Die Breite der Bai, wo sie sich gegen die See hin öffnet, ist eine halbe englische Meile, von dort an aber geht ihre Längserstreckung über zwei englische Meilen weit ins Land, in gerader Richtung gegen Süden, aber jener Theil derselben, der St. Johns-Bai genannt wird, kann grossentheils nicht mit grösseren Fahrzeugen befahren werden, und verflacht sich am Ende dergestalt, dass zur Zeit der Ebbe die Bai wohl auf eine Viertelstunde weit trockenen Fusses überschritten werden kann.

Der Rio de Valdivia ergiesst sich von Ost her in die Bai und ein Arm desselben Flusses mündet etwas weiter gegen Süd ebenfalls in dieselbe. Unterhalb der Stadt Valdivia gibt der Valdivia-Fluss jenen Arm ab, und bildet so eine Insel, die Isla del Rey. Die Insel hat über zwei englische Meilen Länge und Breite, und der Nebenzweig des Flusses, der sie bildet, wird von den Bewohnern der Bai Rio de poco comer[2])

[1])

	Rivot.		Henry.		Hofmann.
Gold	90.80	—	90.01	—	89.61
Silber	8.80	—	9.01	—	10.05
Eisen und Kupfer . . .	0.38	—	0.86	—	0.34
	99.98	—	99.88	—	100.00

[2]) Wörtlich: Fluss von wenig zu essen. Woher der eigenthümliche Name, konnte ich nicht erfahren. Überhaupt wechseln die Namen der Flüsse häufig, und Rio de Valdivia selbst heisst weiter oben Rio de Arige oder Colle-Ca'lle und noch weiter gegen seinen Ursprung der Laguna de Rinihue hin, der Rio de los Ciruelos (Fluss der Pflaumenbäume).

genannt. Andere kleinere Flüsse ergiessen sich am Ende der St. Johns-Bai ebenfalls in dieselbe und müssen, will man die Ufer der Bai umgehen, auf quer übergelegten Baumstämmen passirt werden. In der Bai selbst sowohl, als innerhalb der Mündung der beiden Flussarme liegen verschiedene kleinere Inseln, von welchen die Manzera-Insel, zwischen der Ausmündung beider Flussarme, und fast mitten in der Bai die grösste ist. Für den, der, aus dem nördlicheren Theile von Chile kommend, diese Provinz betritt, hat der Anblick der Küste und des Landes etwas Überraschendes. Die steilen und sterilen Felsenpartien des nördlichen Theiles haben sich in flachere Berge verwandelt, die mit dem üppigsten Baumwuchse bedeckt sind, und welche Zeugenschaft geben von der Fruchtbarkeit des Landes. Der häufig mit Wolken bedeckte Himmel im Gegensatze zu dem in den nördlichen Provinzen wenigstens neun Monate des Jahres hindurch stets hellen und tiefblauen, geben der Landschaft einen an die Heimath erinnernden Anstrich, wenn man gleichwohl bei näherer Betrachtung häufig auf „amerikanische Bilder" zurückgeführt wird.

Hier in Valdivia, wie weiter oben gegen den Äquator zu, zieht sich längs der Küste eine Gebirgsreihe hin, die schon erwähnte Cordillera de la Costa, und ist so wie dort von manchfachen Querthälern in der allgemeinen Hauptrichtung von Ost nach West durchschnitten und meist von grösseren oder kleineren Flüssen durchzogen. Dann folgt die Ebene, bewässert von jenen Flüssen, häufig bewaldet, doch auch cultivirt. Eine Reihe von mächtigen Landseen, aus welchen zum Theile die bedeutendsten Flüsse des Districtes entspringen, trennt die Ebene an vielen Stellen von der eigentlichen Kette der Anden, welche auch hier die Grenze des Landes bildet. Von den Landseen sind die bedeutendsten die Laguna de Llangihue, südlich und auf der Grenze von Valdivia und Chilöe, dann stets gegen Norden zu die Laguna de Puyehue, die Laguna de Ranco, aus welcher der Rio Bueno und die Laguna de Rinihue, aus welcher der Valdivia-Fluss entspringt. Ferner in fortlaufender Reihe und kaum in stundenweiter Entfernung die Laguna de Huanehue, jene von Calafquen und endlich die von Villarica; indessen liegen letzte beide Seen schon in dem Gebiete der Araucaner.

Der Vulcan von Villarica, in gerader Richtung 60 Stunden weit entfernt vom Hafen von Corral, kann bei heiterem Wetter von dort aus gesehen werden.

Ich habe, um ein landschaftliches Charakterbild der Küstengegend von Valdivia zu geben, den Punkt gewählt, wo ohnweit eines Theiles des halbverfallenen Fort Corral die Breite der Bucht übersehen werden kann. In Mitte der landschaftlichen Skizze ergiesst sich der Valdivia-Fluss in die Bai und oberhalb desselben zeigt sich der schneebedeckte Gipfel jenes Feuerberges mit solcher Schärfe und Klarheit, dass man seine Entfernung höchstens auf einige Stunden zu schätzen versucht wird. Die bewaldete Landspitze rechts ist ein Theil der Isla del Rey, während bei jener links sich die Bai gegen die See hin öffnet. Dieser Vulcan von Villarica ist ohne Zweifel einer der höchsten in der Kette der Anden. Trigonometrische Messungen, die vor einiger Zeit von Engländern angestellt worden sein sollen, haben, wie ich in Valdivia hörte, eine sehr hohe Zahl ergeben, welche ich indessen nicht wiederholen will, da mir bestimmtere Angaben über jene Untersuchungen zur Zeit noch fehlen.

Was die geognostischen Formen der Küste von Valdivia betrifft, so scheinen dieselben sehr einfach zu sein. Glimmerschiefer ist das bei Weitem überwiegende Gestein. Ich habe dasselbe allenthalben angetroffen, wo es möglich war die Humus- oder Geröllschichten zu durchbrechen, und das sowohl in und um die etwas über vier Stunden vom Hafen gegen Süd gelegene Stadt Valdivia, als auch nach allen Richtungen hin, nach welchen ich die Gegend sonst noch durchschweifte. Ein sehr tüchtiger und wissenschaftlich gebildeter Deutscher, Ernst Fricke, der sich im Hafen von Corral angesiedelt hat, theilte mir mit, dass er bei seinen mehrfachen Reisen in's Innere sowohl, als längs der Küste ebenfalls stets Glimmerschiefer angetroffen habe. Als untergeordnet und nur stellenweise verbreitet findet sich eine secundäre Sandsteinform und an einigen Stellen des Hafens ein festes Conglomerat, aus den verschiedenartigsten Geröllen der See und aus Fragmenten von Glimmerschiefer zusammengesetzt. Der Glimmerschiefer selbst wechselt in

allen Formen. Häufig tritt er fast als reines Glimmergestein auf. Dünnschiefrige, aber mächtige Lagen eines tombakbraunen Glimmers, in welchem nur selten ein Quarztheilchen zu erkennen ist, sind in weiten Strecken verbreitet. An anderen Stellen hat das Gestein eine grünliche Farbe und geht in Chloritschiefer über. Unter dem Mikroskope treten verworrene Massen eines perlmutterglänzenden und opalisirenden Chlorites, gemengt mit krystallinischen Quarzfragmenten auf, welche sich nach allen Richtungen hin durchkreuzen. Der Chlorit bildet indessen die Hauptmasse. Hier und da sind kleine und meist zersetzte Individuen von Eisengranat eingesprengt, welche an mehreren Stellen ihr früheres Dasein nur noch durch eine leichte Schicht von Eisenoxydhydrat kundgeben. Quarzlagen durchsetzen im Sinne der allgemeinen Schichtung des Gesteins dasselbe nicht selten, zum Theile als krystallinische Körner, zum Theile aber auch als plattenförmige oder compacte Massen von Linien-Dicke bis zu der Mächtigkeit von mehreren Zollen, so dass der Glimmer fast gänzlich zurücktritt, und nur hier und da im Quarze Spuren desselben auftreten. Bisweilen kommen 1—2′ mächtige Quarzlagen vor, welche jedenfalls auch wieder nur als Ausscheidungen zu betrachten sind. Dieser Quarz ist meist rein weiss und nur selten röthlich gefärbt. An einigen anderen Stellen geht durch einen Feldspathgehalt das Gestein in ein gneissartiges über, indem es die schiefrige Structur beibehält, aber eine ziemlich bedeutende Menge von krystallinischem Quarz und Feldspathkörner führt. Das Vorkommen dieser Varietät ist indessen nur ein beschränktes. — Von accessorischen Bestandtheilen habe ich, namentlich an den Orten, wo Quarz in mächtigen Partien ausgeschieden war, hier und da in sehr dünnem Anfluge Eisenglimmer gefunden und, dies aber nur an einer Stelle, Schwefelkies in einer Zoll starken Lage, deren Längserstreckung aber der Ortsverhältnisse halber nur eine kurze Strecke weit verfolgt werden konnte. Die häufigste und ziemlich verbreitete Beimengung aber ist der schon oben erwähnte, stark eisenhaltige Granat, welcher in vielen Varietäten des Glimmergesteines, theils in kleinen und fast mikroskopischen Individuen auftritt, theils aber auch in grösseren, und so zahlreich, dass das Gestein neben der schiefrigen Structur in einzelnen Handstücken fast ein grobkörniges Ansehen gewinnt. Die grosse Neigung dieses Granates zu verwittern bedingt die rostfarbe Färbung, welche solche Glimmerschiefer angenommen haben. Ausser den schon erwähnten Mineralien habe ich im Glimmerschiefer von Valdivia keine fremdartigen Beimengungen gefunden. Der Glimmerschiefer ist meist horizontal gelagert, doch finden auch an einigen Stellen Aufrichtungen statt, welche aber höchstens 22° erreichen. Die überwiegende Mehrzahl solcher Aufrichtungen des Gesteins habe ich in der Streichungslinie von Nordost nach Südwest gefunden. Es sollen übrigens Kupfererze im Glimmerschiefer gefunden werden, und ich habe Arsenkupfer und Kupferkies erhalten, welche in der Nähe von Valdivia gefunden und mir als Erzproben gebracht wurden.

Was den vorher erwähnten Sandstein betrifft, so ist derselbe offenbar eine secundäre und zwar eine Süsswasserbildung. Er findet sich im Hafen selbst nur an wenigen Stellen, so in einer nur etwa 60—80′ langen Strecke, etwa in der Mitte der St. Johns-Bai, auf deren östlichem Ufer und an der Mündung eines Baches, der sich in dieselbe ergiesst, ferner am östlichen Eingange des Hafens ohnweit der Niebla-Batterie, und an dem gegen Ost gekehrten Theile der Insel Manzera. Hingegen in weiter Ausdehnung längs den linken Ufern der Rio de poco comer und ebenso auf denen des Valdivia-Flusses. Er läuft dort um die Spitze der Isla del Rey und begleitet dort ebenfalls noch eine ziemliche Strecke den Rio de poco comer, indem er einige kleinere, in letzterem gelegene Inseln gänzlich umschliesst. Er ist stets dem Glimmerschiefer aufgelagert in einer oft 2—3′ nicht übersteigenden Mächtigkeit, bisweilen aber ist er mächtiger und bedeckt 10—15′ hoch den Glimmerschiefer. An einer einzigen Stelle, an der Ausmündung des Rio de poco comer, erreicht er eine Mächtigkeit von 20—25′ und bildet dort eine kleine Höhle, welche 15′ bis 16′ hoch und etwa zwanzig Schritte tief ist. An den Stellen, wo der Sandstein durch den steigenden und fallenden Wasserstand stets feucht gehalten wird, ist derselbe weich, so dass er bisweilen mit dem Messer geschnitten werden kann, an anderen Stellen zeigt er eine ziemlich bedeutende Härte. Aber auch vollständig

ausgetrocknete Handstücke variiren sehr in Betreff der Festigkeit, wie denn einige der mitgebrachten Exemplare derber Hammerschläge bedürfen, um eine kleine Probe abzulösen, während andere fast mit dem Finger zerrieben werden können. Die Farbe des Sandsteins ist theils schmutzig grünlich, theils röthlich gelb. Unter dem Mikroskope zeigt es sich, dass alle Varietäten desselben in mehr oder minderer Menge kleine Theile eines schwarzen Minerals eingeschlossen enthalten, welches dem Magnete folgt und vor dem Löthrohr reine Eisenreaction gab. Es ist wohl Magneteisen; ich habe aber an den unregelmässig abgerundeten Körnern keine Krystallform unterscheiden können. Es sind bei manchen Varietäten des Sandsteins diese unregelmässigen Körner des schwarzen eisenhaltigen Minerals in eine kieselartige Masse eingeschlossen, welche dieselben, sowie grössere Quarzkörner dergestalt umgeben, dass unter dem Mikroskope das Gestein fast das Ansehen eines Erbsensteines erhält. Bei anderen Varietäten fehlt dieses Bindemittel und besteht blos aus aneinander dicht angeschlossenen grösseren Körnern von Quarz und von einem schwarzen eisenhaltigen Mineral, und niedlich kleinen amorphen Theilchen, welche aber blos Kieselerde und Eisenoxyd zu sein scheinen, wenigstens habe ich keinen kohlensauren Kalk in denselben finden können. Andere Partien des Sandsteines verlaufen stellenweise in ein Gemenge von Brauneisenstein und krystallinischer Quarzmassen, und enthalten hier und da in einzelnen Punkten Schwefelkies eingesprengt. In den helleren, gelblichen Sandsteinen finden sich kleine Glimmerfragmente eingemengt, doch spärlich, in den Varietäten indessen, welche viel des schwarzen Minerals enthalten, ist kein Glimmer zu entdecken. Der erstere Sandstein enthält Steinkerne und Abdrücke, unter welchen Panopea, Cytherea, Cardium (Lithocardium?) zu erkennen ist, neben schwer zu bestimmenden Pflanzenstengeln.

Ich habe an zwei Stellen des Hafens, am Fusse des Forts Corral und an dem ihm gegenüber liegenden Ufer der Insel Manzera, ein Conglomerat gefunden. Es steht an der ersten Stelle jenes Gesteins einige Fusse über dem mittleren Stande der See an, wie mächtig unter dem Wasser, konnte ich nicht finden. Wenn ich nicht irre, sind die Grundmauern des unfern des Ufers stehenden Forts auf demselben erbaut, doch vermisste ich desshalb Notizen in meinem Tagebuche. Bei der Insel Manzera wird die Neubildung von Glimmerschiefer unterteuft.

Das Conglomerat besteht aus mehr oder weniger abgerundeten Geschieben von sehr verschiedener Grösse, vom kleinsten Sandkorne an bis zu Geröllen, welche zwei Zolle und darüber im Durchmesser haben. Dem Sandstein entgegengesetzt ist als Bindemittel kohlensaurer Kalk, durch welchen Stücke Glimmerschiefer, die kaum abgerundet und noch scharfkantig sind, sich verbunden haben mit Quarzgeschieben von verschiedener Farbe, mit kleinen Stücken Brauneisenstein und mit doleritischen Geröllen, wie sie noch jetzt am Strande gefunden werden. Da sich keine Stelle findet, wo das Conglomerat und der Sandstein zusammen vorkommen, kann die Frage, welches Gebilde das ältere sei, leider nicht mit Bestimmtheit entschieden werden, ich möchte indessen das erstere für jünger halten.

Der Sand und die Gerölle, welche sich innerhalb der Bai am Ufer finden, sind ohne Zweifel grossentheils von dem Valdivia-Flusse dorthin gebracht und nur zum geringen Theile durch die See in dieselbe gespült worden. Sie sind trachytisch und doleritisch, häufig mit Quarz gemengt, und an vielen Stellen der Bucht finden sich vollständig abgerundete Geschiebe eines weissen, bisweilen gänzlich transparenten Quarzes, welche ein zierliches Aussehen haben. Lava soll nicht selten vom Meere ausgeworfen werden. Findlinge einer sehr porösen Lava habe ich auf der Insel Manzera hier und da gefunden. Es ist ein unter den Bewohnern der Bai allgemeiner und wohl nicht grundloser Glaube, dass diese Lava vom Innern des Landes und von der hohen Cordillera aus dorthin gebracht worden sei. Aus der Laguna de Rinihue, welche an dem Vulcane gleichen Namens, am Fusse der Anden liegt, entspringt der Valdivia-Fluss, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass von dorther die Lava bis in die Bai geführt worden ist. Jeder Geognost weiss, wie vorsichtig man in Betreff der Findlinge sein muss. So fand ich z. B. eben im Hafen von Corral an einer

wenig besuchten Stelle plötzlich ganz eigenthümliche Gesteine, die allen möglichen Formen angehörten, mit Ausnahme der wirklich dort anstehenden. Der Spur jener stets häufiger werdenden Seltenheiten folgend, kam ich endlich auf einen Platz, wo gleich einer Halde die verschiedenartigsten Formen aufgethürmt lagen. Jene Sammlung von den mannigfachsten Gesteinen war, wie ich später erfuhr, der Ballast, den die Schiffe dort löschten und auch theils wieder einnahmen, so dass die Mannigfaltigkeit jener seit Jahrhunderten zusammengetragenen Haufwerke nicht zu verwundern stand, wenn man die verschiedenartigen Länder erwägt, von welchen alle diese Schiffe gekommen sein mögen.

Meteorologische Notizen und verwandte Gegenstände.

Temperatur der Luft. Die Beobachtungen anderer Reisenden sowohl, wie die meinigen, ergaben für Chile eine Temperatur, welche im Verhältniss zu den Breitegraden eine ziemlich niedrige zu nennen ist. Aber alle jene Beobachtungen, ebenso wie die meinigen, wurden nur sehr fragmentarisch angestellt. Es freut mich daher, Beobachtungen anführen zu können, welche von Professor Domeyko in Santjago während der Jahre 1847—1848 und theils noch 1849 angestellt wurden, und welche bei der Genauigkeit, mit welcher Domeyko überhaupt arbeitet, sicher einen bedeutenden wissenschaftlichen Werth haben. Die Beobachtungen wurden in Santjago angestellt. Das Thermometer wurde früh zwischen 9 und 10 Uhr des Morgens und $3^1/_2$ bis $4^1/_2$ Uhr des Abends beobachtet (Scala nach Celsius) und ausserdem wurde der höchste und niederste Stand während des Tages und der Nacht mittelst eines Thermometrographen abgelesen. Es ergeben sich für die einzelnen Monate im Jahre 1847 folgende Mittel: Juni: + 11.2, Juli: 11.2, August: 11.2, September: 13.0, October: 16.4, November: 22.6, December: 22.6,

Für das Jahr 1848 ergibt sich: Januar: 23.8, Februar: 22.6, März: 20.3, April: 17.7, Mai 13.3, Juni: 10.4, Juli: 8.7, August: 11.2, September: 14.8, October: 16.8, November: 19.7 December: 24.2. Diesem entspricht für das Jahr 1848 eine mittlere Temperatur von 16.9.

Für das Jahr 1849 ergibt sich: Januar: 23.2, Februar: 21.7, März: 20.8, Mai: 12.6, Juni: 10.4 [1]).

Nach den Beobachtungen von Domeyko sind die Unterschiede in der Temperatur im Laufe eines Tages, nämlich zwischen Tag und Nacht ziemlich bedeutend. Ich will nur in dieser Hinsicht die Mittel einiger Monate anführen:

				Maximum.	Minimum.
Januar 1849 vom	1.	bis zum	10.	+26.6	+17.5
„ „ „	11.	„ „	20.	+27.8	+16.7
„ „ „	27.	„ „	31.	+31.5	+19.2
Februar 1849 vom	1.	„ „	10.	+28.5	+14.3
„ „ „	11.	„ „	20.	+27.1	+11.7
„ „ „	21.	„ „	28.	+31.0	+17.3

---

[1]) Meine wenigen Beobachtungen haben Folgendes ergeben: für Valparaiso (Scala nach Reaumur):

1849	August:	vom	19.	bis 31.	+11.7
„	September:	„	1.	„ 28.	+11.9
„	October:	„	8.	„ 17.	+15.9

Auf den Windmühlen, einige Stunden von Valparaiso, in einer Höhe von 1320 Pariser Fuss, vom 29. September bis 6. October: +10.3. Für Santjago vom 20.—30. October: +13.8.

				Maximum.	Minimum.
März 1849 vom	6.	bis zum	10.	+ 28.3	+ 16.7
„ „ „	11.	„ „	20.	+ 26.8	+ 15.9
„ „ „	21.	„ „	31.	+ 23.1	+ 13.8
Mai 1849 „	1.	„ „	10.	+ 16.8	+ 9.4
„ „ „	11.	„ „	20.	+ 14.6	+ 9.6
„ „ „	21.	„ „	31.	+ 17.3	+ 7.9
Juni 1849 „	1.	„ „	10.	+ 16.1	+ 7.5
„ „ „	11.	„ „	20.	+ 13.0	+ 5.8
„ „ „	21.	„ „	30.	+ 12.0	+ 7.9

Indessen mag die Nähe der Andeskette auf das nächtliche Fallen der Temperatur am Orte der Beobachtung (Santjago) nicht ohne Einfluss sein. In Valparaiso sind die Nächte warm und ebenso weiter innen im Lande, auf der Cordillera hingegen tritt das Sinken der Temperatur während der Nacht, und besonders gegen Morgen um so fühlbarer auf. Ich bin leider nicht im Stande, die Höhe anzugeben, in welcher wir auf der Cordillera unseren Lagerplatz aufgeschlagen hatten, denn das Aneroid-Barometer, das einzige, welches ich bei mir hatte, versagte in dieser Höhe seine Dienste [1]), und der einzige Anhaltspunkt ist der, dass etwa 2000′ weiter oben die Schneegrenze begann, deren Grenze Gillies bei 33 S. B. für Chile zu 13,600 bis 14,100 Pariser Fuss angegeben hat. Diese Breite entspricht aber gerade jenem Punkte der Andeskette, den ich besuchte. Ich glaube aber, dass unser Lagerplatz wenigstens 10,000 Pariser Fuss hoch gelegen war. In der kühlen Schlucht, in welcher wir uns gelagert hatten, hatten wir des Tages über (im Monate November) durchschnittlich 13 bis 14° R. des Nachts 4 bis 5°. Diese Unterschiede wurden aber doppelt fühlbar, wenn man während des Tages sich längere Zeit längs der von der Sonne beschienenen Felswände bewegt hatte, an welchen in der That des Tages über eine furchtbare Hitze herrscht.

[1]) Mein verehrter Freund, Herr Dr. Schlagintweit, hatte die Güte, meine sämmtlichen Thermometer- und Barometer-Beobachtungen durchzusehen, und war so freundlich, namentlich bei den vielen Temperatur-Beobachtungen, welche ich auf der See anstellte, die Mittel zu berechnen, und mir vergleichende Notizen mitzutheilen. Er unterwarf zugleich das Aneroid-Barometer einer sorgfältigen Prüfung. Ich will einige hieher bezügliche Stellen aus einem Briefe Schlagintweit's hier mittheilen, da sie interessante Aufschlüsse über das Aneroid-Barometer geben, und da die Leichtigkeit, mit welcher sich dieses Instrument transportiren lässt, seine Verbesserung, und hiedurch möglich gemachte allgemeinere Verbreitung wirklich wünschenswerth erscheint.

„Als ich, schreibt Schlagintweit, das Instrument mit einem Quecksilber-Barometer verglich, fand ich, dass dasselbe (Berlin im April und Mai 1851) von dem auf 0° reducirten Barometerstand um 4.8 Millimeter abwich, wobei das Aneroid-Barometer zu tief stand. Im Mittel vieler Ablesungen war der Stand des reducirten Quecksilber-Barometers 756.2 M. M., jener des Aneroids 751.4 M. M. Die mittlere Temperatur während der Ablesungen war + 13.4° R. Da das Instrument durch Stellschrauben an der unteren Fläche desselben leicht nach der ersten Verfertigung mit dem reducirten Barometer gleich gestellt werden kann, was auch bei einigen anderen neuen Instrumenten, die ich sah, stets von dem Verfertiger zu geschehen scheint, so ist es wahrscheinlich, dass auch dieses Instrument ursprünglich normal stand, und erst später sich veränderte, ob plötzlich oder allmählich ist aber nicht wohl zu bestimmen. Bei einem anderen Instrumente, welches während der Reise des Schiffes Prince Frederic der Niederlande nach Java und zurück mit einem Quecksilber-Barometer verglichen wurde, waren die Differenzen immer steigend, sie betrugen Anfangs 10.84 und stiegen zuletzt bis 36.07 M. M. Auch bei einem anderen Instrumente, was Pilaar zu Medemblick vom 9. August 1847 bis Juni 1848 beobachtete, war die Differenz stets steigend. Bei einem Instrumente, welches Herr Professor Riess in Berlin beobachtete, fand ein Grösserwerden der Differenz statt. Im November 1850 stand das Aneroid im Mittel aus 30 Beobachtungen um 0.058 M. M. höher als das reducirte Quecksilber-Barometer. Die grössten Differenzen bei einzelnen Ablesungen waren

− 0.27 M. M. (Aneroid zu hoch.)
+ 0.26 M. M. (Aneroid zu tief.)

Fünf Monate später zeigte sich, dass das Aneroid-Barometer um 1.6 M. M. zu hoch stand. Die Temperatur der Luft, bemerkt Schlagintweit ferner, hatte auf das von mir auf meiner Reise gebrauchte Instrument so wenigen Einfluss, dass eine Correctur nicht nöthig erschien.

Er fügt weiter bei: „Sehr wesentlich für die Reduction des Aneroid-Barometers auf das reducirte Quecksilber-Barometer ist eine Correction, welche von dem stattfindenden Luftdrucke selbst abhängt. Es wurde nämlich das Aneroid-Barometer unter eine Luftpumpe gebracht, mit deren luftverdünntem Raume zugleich ein Quecksilber-Barometer verbunden war. Es zeigte sich hier sehr deutlich und bei wiederholten Versuchen ziemlich gleichmässig, dass das Aneroid stets langsamer als das Quecksilber-Barometer

Temperatur der Quellen. Die Bergwasser in den Schluchten ohnweit Valparaiso zeigten eine Temperatur von 15 bis 17° R. in den Monaten August, September, October, im Januar war dieselbe zwischen 18 und 19° R.; da die Temperatur dieser Wasser jedenfalls aber von einer Menge Zufälligkeiten abhängig ist, lege ich wenig Werth auf diese Beobachtungen. Von mehr Interesse sind vielleicht die Temperaturen der Quellen von Apocinto, einige Stunden von Santjago am Fusse der Vorberge der Cordillera. Es ist dort eine kleine Bade-Anstalt errichtet, deren ganzes Wesen sehr viele Ähnlichkeit hat mit jener Unzahl kleiner und unbedeutender Bäder, wie solche fast aller Orten in Deutschland gefunden werden, wenn man Lebensweise und Sitte von Chile überhaupt mit der unserigen in eine Parallele stellt. Man nennt die Quellen warme, und diese Bezeichnung mag nicht unrichtig sein, wenn einige Grade Wärme-Überschuss über die mittlere Temperatur ihres Ausflusspunktes eine solche Bezeichnung rechtfertigen. Es sind fünf Quellen, von welchen drei aus einem röthlichen Porphyre brechen, welchen ich nicht näher bestimmen kann, da die mitgenommenen Proben des Gesteins verloren gingen. Die beiden anderen Quellen brechen aus Schuttland hervor, welches indessen wohl nur in geringer Mächtigkeit jenes porphyrische Gestein bedecket. Alle fünf Quellen entspringen in sehr geringer Entfernung 5 bis 12 oder 15 Schritte etwa von einander, und man hat Vertiefungen von einigen Fuss Tiefe in die Erde gegraben, wo man das Wasser sammelt, und in welchen unter leichten Reisighütten gebadet wird. Die Temperatur der drei ersten aus festem Gesteine entspringenden ist bei I. + 17.0° R., II. + 19.5° R., III. + 19.0° R., die jener aus Schuttland kommenden I. + 17.0° R., II. + 19.5° R., Temperatur und Wassermenge soll Sommer und Winter gleich sein. Ich weiss indessen nicht, ob thermometrische Messungen angestellt worden sind, oder ob nicht etwa die Temperatur nach dem Gefühle abgeschätzt worden ist. Die Wassermenge sämmtlicher Quellen ist sich gleich und beträgt, soviel ich messen konnte, etwa 60 Litres für die Stunde. Das Wasser jener Quellen hat mit Ausnahme einer, einen ziemlich unschuldigen Geschmack und soviel es scheint, auch analoge medicinische Wirksamkeit, eine derselben aber scheint kupferhaltig zu sein. Eine Analyse der Wasser ist nicht vorhanden.

Die Temperatur-Unterschiede, welche die Gebirgswasser der Cordillera im Laufe eines Tages ergeben, zeigen wie sehr äussere Einflüsse auf dieselben einwirken. Fast alle haben einen reissenden Fall, so dass nicht selten ein kaum fusstiefes Wasser nur mit Vorsicht durchwatet werden kann. Da die meisten derselben dem schmelzenden Schnee der oberen Regionen ihren Ursprung verdanken, so schwellen sie des Nachts bedeutend an, während zugleich ihre Temperatur in demselben Massstabe sinkt. Die Zunahme derselben während des Tages ist theils die Folge der Sonnenstrahlen, welche direct auf das Wasser wirken, theils aber erwärmen auch die von der Sonne stark erhitzten und meist dunklen Gesteine das Wasser,

---

fiel. Es musste stets eine gewisse Grösse abgezogen werden, die mit der Verminderung des Luftdruckes wuchs. Diese Correction betrug z. B. bei 630 M. M. — 8.5 M. M.; bei noch tieferem Stande veränderten sich die Differenzen sehr rasch, weil, wie sich bei dem Öffnen des Instrumentes zeigte, die Kette, deren Aufwickeln die Bewegung des Zeigers hervorbringt, sich von hier ab jedesmal nicht mehr um die Welle allein wickelt, sondern auch einzelne ihrer eigenen Glieder bedeckt. Als der Stand von 612 M. M. eingetreten war, hörte das Fallen des Aneroid fast plötzlich auf. Öffnen des Instrumentes liess die Ursache dieser Hemmung erkennen; sie liegt in der nach unten gebogenen Form eines Metalltheiles, der mit jenem Winkelhebel verbunden ist. Bei 612 M. M. stösst diese Biegung an den Boden des Instrumentes an und hindert dadurch die weitere Bewegung."

Soweit Dr. Schlagintweit. Es lässt sich vielleicht aus diesen Untersuchungen schliessen, dass das Vidische Aneroid mit einiger Abänderung der Construction dahin zu bringen ist, dass es auch für die Bestimmungen grösserer Höhen tauglich wird. Ich selbst habe bei dem nämlichen Instrumente, welches Dr. S. untersuchte, auf der Cordillera tiefere Stände gefunden, als S. So auf dem Lagerplatze: 609.0, 608.5 und 608.0. Als ich bis zur Schneegrenze gestiegen war, zeigte das Aneroid (im Lager: 618.5) während des höher Steigens 602.5 und 601.5. Es hätte indessen jedenfalls für die erstiegene Höhe noch tiefer fallen müssen. Aber gerade an jenem Morgen war in Santjago ebenfalls ein bedeutendes Steigen des Barometers und zugleich ein so hoher Stand des Hygrometers beobachtet worden, wie solcher nach Prof. Domeyko's Aussage seit längerer Zeit nicht vorgekommen war. Es scheint also die Construction des Aneroid jenesmal wohl noch ein tieferes Fallen erlaubt zu haben, und jener Fehler, den Schlagintweit fand, erst durch spätere Umstände (Transport) entstanden zu sein.

welches an und zwischen ihnen hindurchströmt. An von der Sonne getroffenen Stellen haben solche aus dem Wasser hervorragende Felsblöcke oft eine Temperatur, dass man die Hand nicht auf dieselben legen kann.

Ich will die Temperaturunterschiede während einer achttägigen Beobachtung im November angeben, wobei ich bemerke, dass des Morgens zwischen 5 und 7 die Temperatur stets am niedrigsten, und niedriger als während der Nacht war.

November.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
Wasser.								
Morgens 6.	+3.0	+4.1	+4.2	+3.7	+5.2	+4.3	+4.3	+4.2.
Mittags 2.	+8.0	+8.3	+8.4	+7.8	+8.5	+8.0	+7.9	+8.3.
Abends 8.	+5.2	+5.0	+5.0	+5.3	+5.5	+5.1	+4.4	+5.2.
Luft.								
Mittags 12.	+13.4	—	+13.5	+14.7	+12.9	+14.2	+13.1	+12.0.

Als Mittel für die Temperatur des Wassers ergibt sich des Morgens 6: +4.12, Mittags 2: +8.15, Abends 8: +5.08.

Atmosphärischer Druck. Wie oben, bei den Angaben über die Temperatur, will ich einige Mittel der Beobachtungen des Professors Domeyko anführen, welche ebenfalls in Santjago angestellt worden sind in den Jahren 1847, 1848 und 1849.

Es ergeben sich für 1847 als mittlerer monatlicher Stand: Juni 7177.2, Juli 7169.1, August 7180.7, September 7174.4, October 7167.5, November 7136.5, December 7150.3.

Für 1848: Januar 7150.3, Februar 7150.0, März 7147.4, April 7155.6, Mai 7180.2, Juni 7160.0, Juli 7171.7, August 7174.0, September 7174.0, October 7174.9, November 7180.3, December 7159.2.

Für das Mittel von 1847 ergab sich 716.51 M. M.; für 1848: 716.44 M. M.

Als höchster Stand für diese beiden Jahre ergab sich 723.9 M. M.; als niedrigster 708.5

Sowohl die mir vorliegenden fast zweijährigen Beobachtungen Domeyko's, als die wenigen, welche ich in Chile anstellen konnte, zeigen deutlich tägliche Variationen, welche zwar von den nicht periodischen Schwankungen zuweilen maskirt werden, dennoch aber immer deutlich hervortreten. Domeyko hat vom Juni 1847 bis December 1848 die Barometerstände täglich des Morgens zwischen 9 und 10, und des Nachmittags zwischen $3^1/_2$ und $4^1/_2$ genommen und stets die Mittel von 10 Tagen angegeben. Unter 57 solchen Reihen zehntägiger Mittel sind nur 4 Fälle, im Juli und August 1847 und im Februar und März 1848, wo das Barometer des Nachmittags zwischen $3^1/_2$ und $4^1/_2$ höher stand, als des Morgens zwischen 9 und 10. Dies beweist, wie ich glaube, deutlich die Regelmässigkeit der periodischen Schwankungen.

Auch die kleine Beobachtungsreihe, welche ich mit dem Aneroid anstellen konnte, ergab einen regelmässig höheren Stand für 9 Uhr des Morgens, einen niederen für 4 des Nachmittags und ein Steigen um 10 des Abends.

Winde. Ich glaube, dass mit Ausnahme der Küstengegenden die Beobachtungen, welche man bis jetzt in Chile über die Windrichtung gemacht hat, nur wenig zureichend sind, und ich selbst kann nur wenig Aufschlüsse hierüber geben. In Valparaiso sowie an einem grossen Theile der Westküste beginnt der Wind meist des Morgens um 9 oder 10 von Südwest, oder Süd-Südwest. Des Nachmittags gegen 3 bis 4 Uhr dreht er sich und weht von Nordwest oder Nordost. Ich glaube gefunden zu haben, dass die des Nachmittags wehenden Winde meist heftiger sind als die des Morgens wehenden, und auf den Bergen bei Valparaiso ist die Stärke derselben bisweilen derart, dass man Mühe hat, ihrer Richtung entgegen fortzuschreiten. Aber meist legt sich der Wind gegen Abend, und die Nächte sind stille und heiter. Ich habe nur wenige Fälle beobachtet, wo der Wind bis 10 Uhr des Abends angehalten hätte. In den Monaten Mai, Juni, Juli und August bringen Nord und Nordost und West wieder meist Regen, dies scheint aus einigen

in Santjago angestellten Beobachtungen hervor zu gehen, indessen ist dort der regelmässige tägliche Wechsel der Winde, wie in Valparaiso nicht so constant. Ich bin nicht im Stande eine allgemeine Richtung der Winde auf der Cordillera anzugeben. Die Winde, welche in den Längs- und Querthälern der Cordillera wehen und längs den mächtigen von der Sonne erhitzten Felswänden hinziehen, sind zu denselben Zeiten des Tages und der Nacht constant. Aber sie sind nichts anderes als *locale* Luftströmungen, bedingt durch ungleiche Erhitzung und Abkühlung jener gewaltigen Massen.

So begann zum Beispiele der Wind regelmässig des Morgens gegen 10 Uhr in der Schlucht, in welcher wir unser Lager aufgeschlagen hatten, direct von Süd zu wehen, indem er dem Streichen der Schlucht von Süd nach Nord folgte, und hielt bis gegen 12 Uhr an, wo Windstille eintrat. Des Abends um 7 Uhr aber begann Nordwind in gerade entgegengesetzter Richtung und hielt bis etwa Mitternacht an. Die zufällige Ähnlichkeit dieser Windrichtung in der Schlucht mit jener zu Valparaiso und an der Küste ist eine rein zufällige, denn an anderen Stellen des Gebirges fand oft gerade das Entgegengesetzte Statt. Aus dem Zuge der Wolkenmassen, die oberhalb und, bei höherem Stande des Beobachters, unterhalb derselben hinziehen, lässt sich, wenigstens *nach der Beobachtungsgabe, die mir zu Gebote stand*, ebenfalls kein sicherer Schluss ziehen, denn diese Wolken- und Nebelmassen folgen allen Richtungen und oft in geringer Entfernung von einander, ganz entgegengesetzten, und werden mithin ebenfalls von den Luftströmungen getrieben, welche von den mehr oder weniger erwärmten Felsmassen aufsteigen. Ich habe öfters, in gleicher Höhe mit dem Standpunkte, welchen ich einnahm, Wolkenmassen von zwei entgegengesetzten Seiten auf eine mir gegenüberstehende Felsenkuppe herankommen gesehen. Sie zogen mit gleicher Geschwindigkeit, vereinigten sich, indem sie sich eine kurze Strecke am Felskamme aufwärts gezogen hatten, und verschwanden, offenbar als Niederschlag am Gesteine selbst. Ich habe dies bei dunklem, schneefreien Gesteine und bei Bergspitzen beobachtet, die mit ewigem Schnee bedeckt waren. Nur sehr selten habe ich Wolken in einer bedeutenden Höhe über den Gipfeln der Andeskette schweben gesehen, an welchen irgend eine allgemeine Richtung des Windes zu erkennen gewesen wäre. Bei dem zur Zeit meines Aufenthaltes (November) fast immer heiteren Himmel schien die Wolkenbildung blos auf das eigentliche Gebiet der Andeskette selbst beschränkt zu sein, indem von einem Punkte aufsteigende Wolken entweder längere Zeit über ein und derselben Stelle zu schweben schienen, und allmählich wieder verschwanden, oder zwischen den höchsten Gipfeln des Gebirges sich hindurchwindend endlich dem Blicke sich entzogen. Ich habe schon weiter oben von ähnlichen Bildungen gesprochen.

Wolken und *Regen* sind im Flachlande von Chile überhaupt, mit Ausnahme der Wintermonate, eine seltene Erscheinung. In Valparaiso ist zwar auch während der Sommermonate des Morgens meistens Nebelbildung, die aber bald verschwindet und einem heiteren wolkenlosen Himmel weicht. Hier und da tritt, aber freilich als eine grosse Seltenheit, während des Sommers Regen ein; so regnete es während meiner Anwesenheit in Valparaiso am 4. December von Abends 6½ bis 9 Uhr sehr heftig. Aber auch während der Wintermonate fällt kein täglicher Regen. Die Beobachtungen von 3 Monaten über Regen, bewölkte und heitere Tage, welche mir von Santjago vorliegen, ergeben folgendes: *März* 1849, 24 heitere Tage, 7 bewölkte, kein Regen. *Mai* 1849, 15 heitere Tage, 10 bewölkte, 6 Regentage, mit Ausnahme eines einzigen Tages, alle 5 Regentage Nordwind. *Juni*, 14 heitere Tage, 7 bewölkte, 7 Regentage, während aller Regentage Nordwind. An den letzteren 4 regnerischen Tagen, vom 27. bis 30. August, fiel starker Platzregen und derselbe dauerte bis zum zweiten August. Ich selbst fand vom 18. bis 31. August 1849 zu Valparaiso: 7 heitere, 4 bewölkte und 3 Regentage. Im September 18 heitere Tage, 9 mehr oder weniger bewölkte und 3 Regentage, in beiden Monaten aber ziemlich häufig heftige Winde.

Thau habe ich in Valparaiso sowie auf der Cordillera täglich beobachtet, aber auf dem Flachlande von Chile scheint nicht täglich Thau zu fallen. Gewitter kommen im eigentlichen Flachlande von Chile

o*

sowie an der Küste nie vor, so versichert man nämlich allgemein. Auf der Cordillera indessen und schon in dem Vorgebirge derselben treten Gewitter auf. Ich habe während meiner Anwesenheit daselbst im November eines beobachten können, indessen kein bedeutendes.

In den Sommermonaten befindet sich mithin, nach den oben angegebenen Andeutungen, die Luft in einem hohen Zustande von Trockenheit, und diesem ist es wohl zuzuschreiben, dass man deutlich und klar weit entfernte Gegenstände zu erkennen vermag. Man hat von den höheren Punkten der Cordillera aus einen deutlichen Blick über die ganze Breite von Chile, man sieht deutlich und scharf die sogenannte Küsten-Cordillera, und die ganze Landschaft ist so klar und fast ganz ohne das was der Maler Luftperspective nennt, dass man an die Übersicht einer Strecke von 10 Stunden glaubt, während dieselbe an 50 Stunden betragen muss. Ein ähnlicher Fall tritt ein, wenn man von der Küste aus die Gebirgszüge von Chile betrachtet. Die mit Schnee bedeckten Gipfel der Anden überragen die Küstenreihe oder einzelne mehr gegen das Innere zu sich erhebende niedere Gebirgszüge, aber man ist kaum im Stande zu unterscheiden, dass jene beschneiten Gipfel einer viel entfernteren Gebirgsreihe angehören, sondern ist fast immer versucht, sie für die Spitzen der zunächst liegenden Berge zu halten.

Schon in einer früheren Abhandlung erwähnte ich, dass ich leider blos einen Fischbeinhygrometer von de Luc bei mir hatte. Die relativen Resultate, welche man durch dieses Instrument erhält, sind von so unbedeutendem Werthe, dass ich sie hier nicht aufnehmen will [1]), indessen kann ich doch nicht umhin, auf die eigenthümlichen Erscheinungen aufmerksam zu machen, welche sich in der Cordillera zeigten. Mein Hygrometer war, wie es gewöhnlich bei diesen Instrumenten der Fall ist, in 70 Grade getheilt. Der mittlere Stand der in Valparaiso in den Monaten August und September angestellten Beobachtungen war 28; jener in Santjago im Monate October 13. Der mittlere Stand während meiner Anwesenheit auf der Cordillera liess sich nicht wohl berechnen, da ich einzelner Excursionen halber nicht täglich zu den gewöhnlichen Stunden beobachten konnte, und da ausserdem am 10. November eine ganz ungewöhnliche Trockenheit der Luft eintrat, welche ich sowohl auf der Cordillera, als Professor Domeyko auch zu Santjago beobachtete, und welche bis zum 14. anhielt. Auffallend aber sind die Schwankungen, welche sich auf der Cordillera zu den verschiedenen Stunden des Tages zeigten. Das Hygrometer war an einem Baume, vollständig vor allen schädlichen Einwirkungen geschützt, aufgehängt. Nach den Beobachtungen, die ich zu verschiedenen Stunden der Nacht anstellen konnte, war der niedrigste Stand früh 4 Uhr. Die gewöhnlichen regelmässigen Beobachtungen zwischen 6 und 8 Uhr ergaben ein ganz ausserordentliches Steigen des Hygrometers während dieser Zeit und das zwar besonders für die Zeit, in welcher sich die Sonne über die Berge erhob, welche die Schlucht einschlossen, in welcher wir lagerten. In diesem Augenblicke stieg das Hygrometer rasch um 10 bis 15°, bisweilen noch mehrere Grade, und das zwar so, dass ich die Scala vergrössern musste, um ablesen zu können. So fanden sich z. B. früh 6 Uhr 30° und um 8 Uhr war der Zeiger auf 10° über 0 mithin 40° Differenz. Durchschnittlich nahm die Feuchtigkeit gegen 10 Uhr wieder zu und stieg langsam bis Abend und die Nacht hindurch. Wolken und Nebelbildung an und auf den benachbarten Bergen waren auf diese Erscheinungen ohne Einfluss. An den oben bemerkten Tagen der starken Trockenheit stand früh 6 Uhr das Hygrometer auf 11 über 0 und stieg später bis 20°. Ich weiss sehr wohl, dass diese Beobachtungen nur roh angestellt sind, immerhin aber beweisen sie den starken und raschen Wechsel des Feuchtigkeitszustandes und eine durchschnittlich grosse Trockenheit der Luft in der Cordillera.

Das für die Vegetation nöthige Wasser muss bei dem des Sommers über herrschenden Regenmangel durch die Flüsse ersetzt werden, welche von der Andeskette kommend das Land durchschneiden und sich

---

[1]) Ich habe Hoffnung in einiger Zeit eine Reihe sorgfältig angestellter hygrometrischen Beobachtungen aus Chile zu erhalten, welche der Veröffentlichung sicher nicht unwerth sein dürften.

in das stille Meer ergiessen. Die Landgüter werden desshalb nach dem Masse geschätzt, in welchem eine künstliche Bewässerung möglich ist. Selbst alles Wasser, welches man in Santjago benützt, wird durch den Fluss Mapocho und Maipo zugeführt, das des ersteren direct, jenes des zweiten durch einen Canal. Die meisten dieser Wasser führen neben den Bestandtheilen, die sie aufgelöst enthalten, mechanisch zertheilt und aufgeschlemmt mineralische Bestandtheile mit sich, welche denselben ein trübes, bei dem Trinkwasser von Santjago z. B. fast milchweisses Ansehen geben. Bis jetzt wird in Chile nicht gedüngt, und es ist sehr wahrscheinlich, dass die stete Zufuhr jener erdigen, im fein zertheilten Zustande befindlichen Substanzen höchst fruchtbringend auf die Felder wirkt, welchen sie fortwährend durch die Bewässerung zugeführt werden, und dass sie auf diese Art zum Theile den Mangel des Düngers ersetzen.

Ich will hier die Bestandtheile einiger solcher Wasser anführen, welche Domeyko analysirt hat.

Flusswasser.

In einem Quartillo, gleich 1265 Grammen waren enthalten:

Aufgelöste Stoffe.	Fluss: Ramon.	Pennalon.	Mapocho.	
Chlornatrium	0.007	0.006	0.058	Grammen
Schwefelsaure Kalkerde	Spur	Spur	0.139	"
Kohlensaures Natron	0.018	0.005	—	"
Kohlensaure Kalkerde	0.068	0.170	0.090	"
Kohlensaure Talkerde	0.010	0.012	0.029	"
Eisen und Thon	0.008	0.017	0.052	"
Kieselerde	0.022	0.047	0.013	"
Summe der gelösten Stoffe	0.133	0.257	0.381	Grammen
Suspendirte Stoffe	—	—	0.508	

Aufgelöste Stoffe.	Fluss: Maipo in Santjago.	Maipo 8. Leguas v. Santjago.	Velasco.	
Chlornatrium	0.193	0.170	0.058	Grammen
Schwefelsaure Kalkerde	0.474	0.623	0.125	"
Kohlensaures Natron	—	—	—	"
Kohlensaure Kalkerde	0.115	0.054	0.135	"
Kohlensaure Talkerde	0.048	0.060	0.029	"
Eisen und Thon	0.010	0.014	0.052	"
Kieselerde	0.033	0.118	0.013	"
Summe der gelösten Stoffe	0.873	1.039	0.412	Grammen
Suspendirte Stoffe	1.100	1.545	—	"

Brunnen-Wasser.

Aufgelöste Stoffe.	Brunnen aus dem Flusse Velasco.	Brunnen-Becken der Plaza in Santjago.
Chlornatrium	0.096	0.042
Schwefelsaure Kalkerde	0.204	0.275
Kohlensaures Natron	—	—
Kohlensaure Kalkerde	0.103	0.129
Kohlensaure Talkerde	0.013	0.020
Eisen und Thon	0.007	0.015
Kieselerde	0.017	0.035
Summe der gelösten Stoffe	0.440	0.516
Suspendirte Stoffe	—	0.040

Spuren von Chlorkalium finden sich in allen diesen Wassern, ebenso ein wenig Chlormagnesium, allein sie betragen nicht 2 Milligrammen für den Quartillo, auch Spuren von phosphorsaurem Kalke und von Jod und Brom finden sich in einigen Wassern. Die suspendirten Stoffe, durch Filtriren vor der chemischen Untersuchung getrennt, bestehen nach Domeyko aus einer „thonartigen Masse"; die Analyse ergab:

Kieselerde	0.501
Eisen und Thonerde	0.351
Kalkerde	0.086
Alkali und Verlust	0.062
	1.000

Die Untersuchung einiger Mineralwasser von Chile, die bereits in einigem Rufe stehen, ergeben folgende Bestandtheile für 100.000.

A. Wasser von der Cordillera von Coquimbo.

B. Wasser von Cauquenes.

	A.		B.
Chlornatrium	143.8	—	82.1
Chlorcalcium	133.9	—	192.9
Schwefelsaure Kalkerde	—	—	4.1
Schwefelsaures Natron	122.7	—	—
Schwefelsaure Thonerde	18.7	—	—
Kohlensaure Kalkerde	54.8	—	—
Kohlensaure Talkerde	2.9	—	—
Kieselerde	0.4	—	—
Eisen und Thon	—	—	0.9
Freie Kohlensäure	6.6	—	—

Mithin für *A.* 4.772 und für *B.* 2.800 feste Theile für 100.000.

Erdbeben. Kleinere Erdstösse mögen in Chile häufiger sein, als man vielleicht glauben möchte, obgleich der erste gelehrte Reisende der Welt Chile das Land der Erdbeben genannt hat. Aber viele Erdstösse sind so leise, dass sie blos dem fühlbar werden, der durch längeren Aufenthalt einige Übung erlangt hat. Nebenher schien es mir, als würden ganz leichte Erdstösse wechselnd selbst auf einem kleinen Bezirke bald hier, bald dort stärker empfunden. Die Eingebornen sowohl als Fremde, welche aber länger in dem Lande gelebt haben, reagiren empfindlich auf den leisesten Erdstoss, und doch habe ich unbestreitbar gefunden, dass man an einem Theile von Valparaiso vollkommen ruhig blieb, während in anderen Strassen alle Bewohner mit dem Ausrufe: il tembla vor ihre Häuser stürzten. Ist freilich der Erdstoss nur einigermassen fühlbar, so wird der Fremde, der die Erschütterung selbst vielleicht kaum fühlt, durch den allgemeinen Schrecken stets darauf aufmerksam gemacht.

Leichte Erdstösse, welche ich selbst deutlich empfand, fanden während meiner Anwesenheit in Valparaiso statt: am 26. August Abends 6 Uhr, am 31. August Abends 5 Uhr, am 8. September früh 10 Uhr. Am 2. October früh 4¼ ziemlich starker Erdstoss, mit unterirdischem Donner und deutlich fühlbar, gewiss 6 Secunden anhaltend. Ich glaube überhaupt, dass auch leichte Erdstösse eigentlich länger gefühlt werden, als man gewöhnlich angibt. Man fühlt übrigens liegend Erdstösse empfindlicher und länger andauernd als in anderen Stellungen. Der bedeutendste Erdstoss, welchen ich in Valparaiso empfand, war am 20. Januar 1850, des Abends um 8 Uhr; bei heftigem unterirdischen Donner fand zugleich eine starke schüttelnde Bewegung Statt. In einigen Häusern fielen die Lichter von den Tischen, und ebenso rutschten Gläser und andere Gegenstände von ihren Standorten. Dieser Erdstoss dauerte ebenfalls sicher 5—6 Secunden und wurde zugleich von den im Hafen liegenden Schiffen stark empfunden. Ein anderer Erdstoss, im Flachlande von Chile ziemlich heftig und an manchen Orten Schaden bringend, fand am 14. November des Morgens 6 Uhr statt, während ich mich auf der Cordillera befand, wo er indessen minder heftig empfunden wurde. Ich habe schon von ihm gesprochen.

Die Erscheinungen, welche sowohl leichteren Erdstössen als bedeutenden Erdbeben vorhergehen oder sie begleiten, sind so vielfach erörtert und beschrieben worden, dass es von meiner Seite überflüssig

wäre, noch weiter hierüber zu sprechen; ich will nur das anführen, dass es sich nach allen Erfahrungen in Chile bestätiget hat, dass die Erdstösse um so heftiger sind, je länger sie ausgesetzt haben, und dass ferner in Chile selten oder nie ein mehr oder minder heftiges Erdbeben durch irgend ein meteorologisches Phänomen verkündigt worden ist, denn die einzelnen Ausnahmen, die stattgefunden haben, sind wohl bloss als Zufälligkeiten zu betrachten: So fallen z. B. fast nach allen Beobachtungen die Erdstösse meist mit dem mittleren Luftdrucke zusammen. Ich will hier beispielsweise die Beobachtungen geben, welche ein Herr Louis Tronsco in der Serena von Coquimbo in den ersten Monaten des Jahres 1849 angestellt hat. Domeyko hatte für dort in den Jahren 1838 bis 1842 den mittleren Barometerstand (reducirt auf 0°) durch einige tausend Beobachtungen gefunden zu 759.35. Tronsco beobachtete nun während der Erdstösse folgende ebenfalls auf 0° reducirte Barometerhöhen:

Erdstoss am	7.	Januar	Morgens	11	Uhr	: 759.70
„ „	29.	„	Abends	8	„	: 759.20
„ „	4.	Februar	Mittags	$1^1/_2$	„	: 759.20
„ „	21.	„	Abends	$8^1/_2$	„	: 759.50
„ „	1.	März	Morgens	$3^1/_2$	„	: 759.80
„ „	18.	„	Morgens	$5^1/_2$	„	: 760.60
„ „	8.	April	Morgens	$5^1/_4$	„	: 759.50
„ „	9.	„	Morgens	$6^1/_4$	„	: 759.90
„ „	23.	„	Abends	5	„	: 759.60
„ „	30.	„	Abends	8	„	: 760.40

Es treffen also hier alle beobachteten Erdstösse zusammen mit einem mittleren Barometerstande, oder, wenn man will, mit einem ein wenig die mittlere Höhe übersteigenden.

Ich will zum Schlusse einige Beobachtungen des Dr. Miquel über das Erdbeben vom Jahre 1822 beifügen. Das Erdbeben dauerte über zwei Monate, und man hatte während dieser Zeit 150 geringere und 20 sehr starke Erderschütterungen. Einige Städte gingen fast gänzlich zu Grunde und viele Menschen verloren ihr Leben. An vielen Orten spaltete sich der Boden, es drang theils dunkelgefärbtes und übelriechendes Wasser, theils an anderen Orten Feuer hervor. Der vorhergehende Sommer war lange andauernd, heiss und trocken und die Vulcane, welche man von den Städten beobachten konnte, vor der Zeit des Erdbebens ungewöhnlich ruhig. Alles dieses sind, auch bei anderen analogen Vorgängen, längst beobachtete Erscheinungen.

Höchst interessant aber sind die Einflüsse, welche das gesammte Phänomen auf den Gesundheitszustand der Bevölkerung ausübt. Dr. Miquel der zu jener Zeit zu Santjago Hospitalarzt war, macht hierüber interessante Mittheilungen. Der Charakter aller Krankheitsformen verschlimmerte sich auf eine auffallende und bedrohliche Weise. Dysenterie, vor jener Zeit gutartig, selbst wenig verbreitet, nahm einen bösartigen Charakter an, und wurde epidemisch. Das Aneurisma wurde, wie Miquel sagt, in jener Zeit zur Geissel von Santjago. Während der 48 Stunden, in welchen die heftigsten Erdstösse erfolgten, zeigten sich in medicinischer sowohl als in chirurgischer Hinsicht ganz eigenthümliche Modifikationen. Heftige Fieber mit Schüttelfrösten und darauf folgenden Delirien zeigten sich. In verschiedenen chirurgischen Fällen, in welchen vorher blos leichte Geschwüre vorhanden waren, traten plötzlich rothlaufartige Flecken auf, welche sich über den ganzen Körper verbreiteten. Dieses Rothlauf ging meist rasch in Gangrän über, welches mit dem Tode endigte. Der Versuch irgend einer Operation brachte an der Wunde sehr schnell dieselben rothlaufartigen Erscheinungen hervor und endete meist mit dem Tode. Kindbetterinnen waren diesem Übel ganz vorzüglich unterworfen, und in ganz kurzer Zeit starben allein 67 Damen aus den höheren Ständen. Die Neugeborenen folgten ihnen schnell, indem die Krankheit sich, von der Nabelschnur ausgehend, rasch

über den ganzen Körper verbreitete. Eben so starben viele Kinder, denen man kleine Löcher zum Tragen der Ohrringe durch das Ohrläppchen gestochen hatte. Ein ganz interessanter Fall ist noch folgender: Die Hundswuth ist in Chile unbekannt, es trifft sich wohl, dass eine ähnliche Krankheit sich bei Hunden und hier und da auch bei anderen Thieren von selbst entwickelt. Die befallenen Thiere laufen dann umher und beissen ohne Unterschied Menschen und andere Thiere. Diese Bisswunden verlaufen aber ohne alle Erscheinungen von eigentlicher Hundswuth und die Gebissenen genesen vollständig nach kurzer Zeit. Zur Zeit des Erdbebens indessen wurde ein Franzose von einem Schweine in den Finger gebissen, die herrschende Erysipelas erschien nach 24 Stunden, nach drei Tagen war Gangrän eingetreten und der Kranke erlag hierauf unter allen Erscheinungen der ausgebildetsten Hundswuth.

Nachdem das Erdbeben aufgehört hatte, verschwanden alle die Krankheiten, welche während dessen Anwesenheit aufgetreten waren, und obgleich sich noch Rothlauf zeigte, so war doch eben so plötzlich wie er gekommen war, der bösartige Charakter desselben verschwunden. Diese Beobachtungen des Dr. Miquel sind ein Beitrag zu den Erfahrungen, welche schon in früherer Zeit gesammelt worden sind, über das Entstehen von Krankheiten während Erdbeben. Sind diese Erscheinungen bedingt einzig durch die Angst und alle jene Gemüthsbewegungen, die sich in Folge der verheerenden Wirkungen des Erdbebens erzeugen, oder sind sie Folge eines meteorologischen Processes? Die bei kleinen Kindern und bei Neugeborenen auftretenden Erscheinungen derselben Krankheit, sowie jener Fall der entwickelten Hundswuth sprechen jedenfalls für die Verbreitung eines Krankheitsprincipes, oder eigentlich eines schädlichen in der Atmosphäre befindlichen Stoffes, sei er jetzt durch meteorologische Einflüsse entstanden, oder ein secundäres Product der durch die Gemüthsbewegungen entstandenen Krankheit.

Unter den kosmischen Escheinungen, welche in Chile den meisten Eindruck auf mich gemacht haben, möchte ich des Zodiacallichtes vor Allem erwähnen.

Ich habe auf der See und am Lande nie das Zodiacallicht in solcher Schönheit und so helleuchtend gesehen, als von der Cordillera von Chile aus. Ich muss hier einer Erscheinung erwähnen, von der ich nicht weiss, ob sie schon beobachtet worden ist. Ich habe nämlich während meines Aufenthaltes auf der Cordillera in allen hellen Nächten, sobald das Zodiacallicht in seiner ganzen Intensität sichtbar war, etwa in der halben Höhe der leuchtenden Pyramide helle Flecken, ähnlich den Magelhan'schen Wolken beobachtet. Der eine dieser Flecke trat südlich auf, und war der grössere, er hatte die scheinbare Grösse der kleineren Magelhan'schen Wolke und stand etwa um die Breite seines Durchmessers entfernt von dem äusseren Rande des Zodiacallichtes. Nördlich und in gleicher Höhe waren zwei kleinere und über einander stehende ähnliche Flecke zu beobachten. Die Lichtstärke dieser drei Flecke war unter sich gleich und etwas schwächer als die des Thierkreislichtes selbst. Ich habe am Anfange diese Erscheinung für eine zufällige leichte Wolkenbildung gehalten, bin aber durch das tägliche Wiederkehren derselben vom Gegentheil überzeugt worden. So häufig ich an anderen Orten das Zodiacallicht zu beobachten Gelegenheit hatte, so habe ich doch nie irgendwo jene Erscheinung wahrnehmen können, als eben auf der Cordillera. Ich weiss nicht, ob Andere etwas Ähnliches beobachtet haben und ob diese Erscheinung schon irgend wo beschrieben wurde, und laufe mithin die doppelte Gefahr, entweder vielleicht eine bereits bekannte Sache wieder zu erzählen, oder wenn dies nicht der Fall ist, eine Novität zu bringen, welche man vielleicht für eine Selbsttäuschung halten wird. Ich glaube indessen, dass es die Pflicht eines ehrlichen Forschers ist, sich über solche Bedenklichkeiten hinweg zu setzen und getreu zu berichten, was ihm auffallend erschienen ist. — Ob die Erscheinung kosmisch oder tellurisch war, vermag ich nicht zu entscheiden. Ich habe anfänglich geglaubt, sie in irgend einen Zusammenhang mit dem „Leuchten der Vulcane" stellen zu können, von welchem ich früher gesprochen

habe, etwa als einen Widerschein der Öffnung einiger Crater, aber abgesehen davon, dass das Phänomen zugleich mit dem Zodiacallichte auftrat und verschwand, und abgesehen von der stets constanten Lichtstärke desselben, fiel jene Vermuthung schon von vorne herein dadurch weg, dass in der Richtung, nach welcher die leuchtenden Flecken gesehen wurden, sich gar keine Vulcane befanden, indem von der hohen Cordillera herab beobachtet wurde, in der Richtung von Ost nach West, und die Ursache des Widerscheines sich mithin im Flachlande von Chile hätte befinden müssen, sich in jener Gegend aber kein einziger thätiger Vulcan befindet.

Ich will diese meteorologischen Notizen mit einigen Worten über Sternschnuppen schliessen, welche ich bei meinem häufigen nächtlichen Aufenthalte im Freien nicht selten zu beobachten Gelegenheit hatte, ob ich gleich nicht behaupten kann, sie in Chile in grösserer Anzahl gesehen zu haben, als solches bei uns in Deutschland in günstigen Nächten der Fall gewesen sein würde. Ich habe diese Meteore in Chile nie in solcher Intensität gesehen, dass sie sichtbar gewesen wären, so lange noch das Sonnenlicht einen bemerkbaren Einfluss auf die Erleuchtung des Horizontes gehabt hatte, obgleich ich diesen Fall unter den Tropen im atlantischen Ocean einmal beobachtete, wo eine deutlich sichtbare und auch vom Schiffsvolke wahrgenommene Feuerkugel scheinbar ziemlich langsam von Ost nach West zog, während die Sonne noch nicht vollständig verschwunden war. Aber es erschienen mir dennoch die meisten Sternschnuppen, welche ich beobachtete leuchtender, als die Mehrzahl derer, welche ich in höheren Breitegraden gesehen habe. Vollständig muss ich indessen einer Beobachtung beipflichten, welche M e y e n ebenfalls in Chile gemacht hat, dass nämlich jene Meteore dort n i e d r i g e r zu ziehen scheinen, als dies im nördlichen Theile von Europa der Fall ist.

M e y e n spricht von einer Sternschnuppe, welche er am Fusse der Cordillera von Rancagna beobachtete, und welche so tief fiel, dass sie in den Schatten der Gebirgskette trat, mithin niedriger als die Spitze der Gebirge ziehen musste. Ich selbst habe mehrfach von der Cordillera aus Sternschnuppen über das Flachland von Chile ziehen gesehen, welche mindestens in gleicher Höhe mit dem Standpunkte, auf welchem ich mich befand, dahinzogen. Dies könnte eine optische Täuschung gewesen sein, allein ich habe in Callao, dem Hafen von Lima, eine Erscheinung beobachtet, bei welcher eine solche Täuschung nicht wohl möglich war, und welche die so eben angegebene Wahrnehmung wahrscheinlich macht. Es senkt sich dort meist des Abends eine wolkenähnliche Nebelschichte abwärts, sowohl über die See als auch über das Küstenland. Als wir im Monate März (1850) dort vor Anker lagen, und der Nebel in dichter Masse sich herabsenkend, bald die Gipfel der Felseninsel St. Lorenzo erreicht hatte, zog etwa 8—10 Minuten nach Sonnenuntergang eine Sternschnuppe von Südost nach Nordwest, deutlich u n t e r h a l b der Nebelschichte, und, zwar nicht mit funkensprühendem Schweife, aber doch hell und mit röthlichem Lichte leuchtend, dahin. Es konnte die Erscheinung, welche mit grosser Schnelligkeit vorüberzog, kaum länger als eine Secunde beobachtet werden. Die Höhe der Insel Lorenzo ist mir nicht genau bekannt, wohl schwerlich war aber die Nebellage höher als 3000′ vom Meeresspiegel entfernt, und in dieser Höhe musste daher das Meteor gezogen sein. Ich fürchte mich hier in einem ähnlichen Falle wie oben, bei Erwähnung der leuchtenden Flecke vom Zodiacallichte, zu befinden, aber ich habe, so wie eben dort, auch hier meine Beobachtung dennoch anzuführen nicht unterlassen wollen.

Botanische Notizen.

Die in dem Folgenden mitgetheilte Übersicht der von mir aus Chile mitgebrachten Pflanzen, ist mit Ausnahme der Bemerkungen, welche die Herren S c h n i t z l e i n und S t e u d e l zu ihren Bestimmungen entworfen haben, kaum mehr als ein systematisches Verzeichniss, und ich habe schon in Chile selbst oft

und schmerzlich bedauert, dass meine geringen botanischen Kenntnisse mich die Schätze nicht ausbeuten liessen, welche viele Districte jenes Landes in so reichem Masse bieten. In Valdivia, wo gerade die reichste Ausbeute für den Botaniker zu machen war, kam ich überdies durch einen unglücklichen Zufall um einen Theil meiner gesammelten Pflanzen, und ich konnte von dort kaum mehr als einige Flechten und Farrn erhalten. Ich schreite jetzt, ohne mich länger aufzuhalten, zur Aufzählung der Pflanzen selbst.

ACOTYLEDONEN.

Ulvaceen.

Ulva lactuca. Valparaiso.

Längs der Küste und in den kleinen Buchten, welche dort von vorspringenden Felsen nicht selten gebildet sind, häufig vorkommend. Die Pflanze wird theils vom Wasser an den Strand gespült, theils aber auch zur Zeit der Ebbe von den Felsen abgelöst und dient als Nahrungsmittel, indem sie von Fischern und anderen Bewohnern der Küste meist roh gegessen wird.

Fucoideen.

Himanthalia Lorea. Valparaiso.

Ebenfalls längs der Küste in weiter Verbreitung, häufig und in ziemlicher Menge von der See ausgeworfen. Es kömmt diese Species auch in der Algodonbay in Bolivia häufig vor, und wurde von mir in den meisten Gräbern der alten Titicaca-Race gefunden, welche ich dort öffnete.

Lichenes.

Usnea barbata. Fr. var. plicata.

Nach ganz ähnlichen, von Martius in Brasilien gesammelten, im Staatsherbarium zu München befindlichen Exemplaren. Valdivia.

Sticta quercizans. Achar.

Ebenfalls nach einem Exemplare des Staatsherbariums in München bestimmt. Valdivia.

Cladonia? Valdivia.

Jungermannien.

Eine in die Nähe der Gattung Madotheca Dum. gehörende Jungermannia aber ohne Früchte.

Lycopodiaceen.

Lycopodium cernuum. Valdivia.

Ziemlich häufig in steinigen Schluchten vorkommend und dort natürliche Gewinde von 12—15' bildend.

Polypodiaceen.

Gymnogramma trifoliata. Desveaux.

Polypodium concinnum. Wildenow. Valparaiso.

Polypodium Poeppigii. Kunze. Valparaiso.

Polypodium spectabilis. Kaulfuss. Valdivia.

Adianthum capillus. Link. Valdivia.

Adianthum Chilense. Kaulfuss et var. β. hirsutum. Valparaiso.

Adianthum excisum. Kunze. Valparaiso.

Lomaria Bibra. J. W. Sturm. Valdivia.

Neue Art; in einer feuchten ziemlich geräumigen Höhle im Hafen von Corral, mit einer weiter unten angeführten ebenfalls neuen Art die Felsenwände bekleidend.

Lomaria blechnoides. Bory. Valdivia.

Lomaria Chilensis. Kaulfuss. Valparaiso.

Lomaria hastata. Kunze. Valdivia.

Aspidium coriaceum. Swartz. Valdivia.

Aspidium vestitum. Swartz. Valdivia.
Cystopteris fragilis. Bernhardi. Valparaiso.
Cystopteris fumarioides. Presl. Valparaiso.
Alsophila (Lophosoria) pruinosa Kaulfuss var. Valdivia.

Hymenophylleen.

Hymenophyllum.
Neue Art (aus der Verwandtschaft von H. tortuosum) mit der oben angeführten Lomaria im Hafen von Corral in Valdivia.
Trichomanes exsectum. Kunze. Valdivia.

Gleicheniaceen.

Mertensia cryptocarpa. Hooker. Valdivia.
Mertensia pedalis. Kaulfuss. Valdivia.

MONOCOTYLEDONEN.

Bambuseen.

Coliquea Quila. Steud. Chusquea Cumingii, Arundo Quila Molin.; bei Valparaiso.

Häufig in Schluchten, wo es einigermassen feucht ist. Die Pflanze wird 10 bis 20' hoch und bildet hübsche Partien. Sie wird von den Eingebornen Quile genannt und zum Viehfutter benützt. Die Colique, welche mehr im südlichen Chile vorkömmt, erreicht eine viel bedeutendere Höhe, hat aber im Übrigen so viel Ähnlichkeit mit der Quile, dass ich sie für ein und dieselbe Pflanze hielt. Diese Colique bildet in Valdivia in vielen Wäldern der Küste ein dichtes, fast undurchdringliches Buschwerk, und wächst so hoch als die höchsten Bäume des Waldes. Die Araukaner verfertigen ihre gefürchteten Lanzen aus den Stengeln derselben. Man kann sich einen Begriff von der Dichte des Buschwerks machen, welches durch diese beiden Bambuseen gebildet wird, wenn ich erwähne, dass wir mehrere Male in Valdivia durch und über dasselbe kletterten, so dass wir uns sicher 30' hoch vom Boden befanden. Es geschah dies, um von einer steilen Felsenwand aus in die Tiefe der Schlucht zu gelangen, und der eigenthümliche Weg, den wir einschlugen, war ohne alle Gefahr des Hinabstürzens, so dass wir uns buchstäblich hindurch zwängen mussten, um endlich den festen Boden zu erreichen.

Liliaceen.

Trichopetalum stellatum. Link. Valparaiso und Umgebung.
Ornithogalum bonariense. Pers. n. 4. Spreng. System. n. 17.

Ich habe die Pflanze blühend im November nicht ferne von der Schneegrenze auf der Cordillera bei Santjago ziemlich häufig gefunden.

Bromeliaceen.

Tillandsia? Valparaiso und Umgebung.
Pourretia coarctata.

Ende August und September blühend. Der Blüthenstengel wird 10 bis 12 Fuss hoch und trägt 1000 bis 1500 Blüthen, welche sich nach einander entfalten und einen feinen aber sehr angenehmen Geruch haben. Die Wurzelblätter erreichen eine Länge von 3' — 4' und sind mit spitzen und gegenseitig hakenförmig gekrümmten Stacheln versehen. Sehr häufig, besonders in der Umgegend von Valparaiso, und sowohl auf den dürren und fast allein mit dem Cereus peruvianus (?) (chilensis?) und der Loasa acerifolia bewachsenen Hügeln als auch an Abhängen und Schluchten vorkommend. Die Wurzeln der Pflanze drängen sich häufig mehrere Fuss hoch über den steinigen Boden hervor, und zeigen sowohl theils an noch lebenden Exemplaren, vorzugsweise aber an abgestorbenen, die eigenthümliche Erscheinung, dass sie sich in der Luft von selbst zu verkohlen scheinen. Es werden die Wurzeln zuerst braun, dann schwarz und zerfallen endlich in Fragmente, die alle Eigenschaften der Pflanzenkohle zeigen. Ich habe anfänglich die Plätze, an welchen solche Wurzelreste standen, für Feuerstellen gehalten, bis endlich theils die Localitäten selbst, häufig Abhänge, die keines Menschen Fuss betreten konnte, theils auch die Beobachtung des Beginnes der

freiwilligen Verkohlung in ihren verschiedenen Stadien, so wie eingezogene Nachrichten mich mit dem eigentlichen Hergange bekannt machten. Leider habe ich versäumt, solche verkohlten Reste mitzunehmen. Die Pflanze wird im Lande Carton genannt und theilweise zur Feuerung benützt. Die blühenden Stengel sind häufig von den Colibris besucht.

Amaryllideen.

Amaryllis ignea. Link. Spreng. Syst. n. 32.

Häufig in wasserreichen Schluchten um Valparaiso und tiefer im Lande.

Alstroemeria tricolor. Hook. Spreng. Syst. n. 6.

Alstroemeria caryophyllea. Jacq. Spreng. Syst. n. 4.

Alstroemeria Simsii. Spreng. Syst. n. 5.

Blühen alle drei im November bei Valparaiso und weiter im Lande nach Santjago zu in niederem Buschwerke, gruppenweise vereinigt; nicht selten.

Conanthera bifolia. R. et P. Valparaiso und Umgebung.

Bei den Windmühlen daselbst auf der Höhe der Küstenreihe.

Irideen.

Roterbe venosa. Steudel. — Die Gattung Roterbe wurde nach einer von Bertero auf der Insel Juan Fernandez gefundenen Species gebildet, und steht zunächst der Gattung Libertia Spreng. Die Blätter sind zwischen den Längsnerven durchscheinend geadert. Roterbe ist ein Anagramm aus Bertero.

Ich habe blos einige Exemplare gefunden.

Orchideen.

Chloraea maculosa. Poepp. — Nach einem Exemplare Bertero's von Reichenbach Sohn bestimmt.

An schattigen Orten und in niederem Buschwerke bei den Windmühlen unweit Valparaiso, blühend im September und October.

Chloraea chrysantha. Poepp. — Nach einem Exemplare Bertero's von Reichenbach Sohn bestimmt.

Fundort und Vorkommen wie die vorige Art.

Asarca Berteri. Reichenbach. fil. — Nach einem Exemplare Bertero's von Reichenbach Sohn bestimmt.

Sowohl um Valparaiso als auch längs des Weges nach Santjago. Wie vorige Art im October blühend, doch seltener, dessgleichen die folgende.

Asarca polyantha. Reichenb. fil. Linnaea XXII. p. 862.

DICOTYLEDONEN.

Laurineen.

Laurus Peumo. Bertero; Cryptocarya Peumus. Nees.

In der Landessprache Quiay. Der Baum kommt im Innern des Landes häufig vor. Ich habe indessen um Valparaiso nur wenige Exemplare getroffen, meist in der Nähe des früher erwähnten Wasserfalles bei den Windmühlen. Die Rinde wird zur Tuchbereitung benützt, um demselben Glanz zu geben, und soll in grösseren Quantitäten nach Europa versendet werden, was ich indessen theilweise bezweifle. Sie wird in Chile häufig ähnlich unserer Saponaria zum Waschen verwendet, und die Damen gebrauchen den Absud der Rinde bei der Toilette, um den Haaren Glanz zu geben.

Primulaceen.

Aretia. Eine seltene Art.

Auf der Cordillera bei Santjago zwischen Basaltfelsen dicht an der Schneegrenze.

Scrophularineen.

Hemimeris urticaefolia. Willd. Valparaiso, im Flachlande von Chile und bei Santjago.

Calceolaria rugosa. R. P. Valparaiso, in Schluchten und schattigen Orten nicht häufig.

Verbeneen.

Poeppigia cyanocarpa. Bert. Citharexylon cyanocarpum Hook. Eine in Bezug auf Blätter und Waffen sehr veränderliche Pflanze.

Der 30 bis 40 Fuss hohe Baum findet sich in den breiteren Schluchten und Thälern um Valparaiso und auf der Höhe des Küstengebirges ziemlich häufig, und kömmt auch auf den bewaldeten niederen Bergen der Cordillera bei Santjago vor.

Labiaten.

Salvia sagittata? R. P. petiolaris Humb.? kommt in Bertero's Herbar. als Gardoquia rara species vor.

Die Pflanze, von den Chilenen Salvia genannt, wird verwendet, wie die bei uns vorkommende Salvia off., und ich habe sie in Chile auch für jene gehalten. Je nach dem Standorte wechselt die Grösse der Blätter ausserordentlich. Valparaiso. In Gehölzen, eher auf den Höhen als in Thälern, ziemlich verbreitet. — In Gesellschaft mit der eben erwähnten lebt eine andere Pflanze, die häufig als ein 10 bis 12' hoher Strauch vorkömmt, und welche ich ebenfalls für eine Salvia gehalten habe. Sie mag vielleicht hier zu bestimmen sein, indem von dem mitgebrachten Samen dieser Tage ein Pflänzchen aufgegangen ist.

Convolvulaceen.

Fabiana imbricata. R. et P.

Häufig auf den höheren Theilen der Cordillera. Die 3 bis 4 Fuss hohen Gesträuche bilden, indem sie meist partienweise vorkommen, kleine Gehölze, welche von den Colibri's der Cordillera häufig besucht werden. Das Holz hat ein eigenthümliches Harz, und der ein bis zwei Finger dicke Stengel, sowie die Blätter sind harzig und kleben.

Polemoniaceen.

Cantua pyrifolia. Lam. Valparaiso und Umgebung bei den Windmühlen etc.

Der 4 bis 6 Fuss hohe Strauch ist häufig und hilft das niedere Buschwerk der Küstencordillera bilden.

Bignoniaceen.

Eccremocarpus scaber. R. et P. Spreng. Syst. 4. 1.

Allenthalben häufig in Chile, Gehege und Buschwerk oft gänzlich durchziehend und bekleidend.

Campanulaceen.

Tupa serrata? proxima Lobeliae decurrenti Cav. Die Arten der Gattung Tupa sind in Dec. prod. schlecht beschrieben. Von Bertero nicht gefunden oder doch nicht beschrieben.

Tupa salicifolia, proxima Lobeliae giganteae Cav.

Beide Pflanzen bilden Sträuche von 6 bis 7 Fuss Höhe und sind sehr häufig auf den Höhen um Valparaiso. Sie blühen Anfang September, die erstere roth, die zweite violet. Zwei bis drei diesen sehr ähnliche Arten kommen ebenfalls häufig und gemengt mit ihnen vor. Der holzige Stengel aller Arten springt bei dem geringsten Versuche ihn zu biegen leicht ab, und ebenso, wenn man nur einen leichten Schlag mit einem Stocke auf denselben führt. Stengel und Blatt führen reichlich einen weissen Milchsaft, der aber auf die Haut ohne alle Einwirkung ist.

Compositen.

Baccharis concava. Dec. V. 411, n. 94.

Baccharis concava tridentata. Poepp. Zwischen Valparaiso und Santjago mit weisser Blüthe, 3 bis 4 Fuss hoch.

Baccharis glutinosa. Pers. vix dubie; in der Form der Blätter sehr veränderlich.

Ziemlich häufig in den Vorbergen der Cordillera und gegen Santjago hin. Der Baum wird nicht viel über 15' hoch.

Baccharis rosmarinifolia, Hoock. Valparaiso, 3 bis 4 Fuss hoher Strauch.

Euxenia Mitiqui, Dec. V. 501.

Ogiera triplinervia, Bert. non Cass. Valparaiso — Santjago.

Triptilium spinosum. R. et P. Zwischen Santjago und Valparaiso.

Barnadesia? Galactites?

Auf der hohen Cordillera, unweit der Schneegrenze, ja bisweilen auf isolirten noch gänzlich von Schnee umgebenen Felsen. Kleine Sträuche von 2 bis 3 Zoll Höhe, stark mit Dornen bewaffnet, Blüthe gelb.

Barnadesia?

Der vorigen ganz ähnliche Art, nur grösser in allen Verhältnissen, nicht auf der hohen Cordillera, aber ziemlich häufig in den Vorbergen derselben und auch auf dem flachen Lande in Chile an steinigen öden Plätzen.

Senecio Bridgesii. Hook. Dec. VI. 444.

3 bis 4 Fuss hoher Strauch, zwischen Santjago und Valparaiso.

Diomedea thurifera, Herb. Berter. Helianthus thurifer. Molin. Auch von Bertero bei Valparaiso gesammelt.

Drei Stunden von Valparaiso auf dem Wege nach Quilotta, 3 bis 4' hoher Strauch.

Loranthaceen.

Loranthus tetrandrus, R. et P. Bei Valparaiso auch von Bertero gesammelt.

Loranthus lucarquensis, Herb. Bert.

Der erstere der beiden Sträucher erreicht eine Höhe von 3 bis 5 Fuss, der zweite von 2 bis 4', beide sind ziemlich häufig auf dem Wege von Valparaiso nach Santjago.

Umbelliferen.

Mulinum, forsan species nova. Mulinum spinosum Pers. I. 309, nur sind hier die scheidigen Blattstiele glatt und bei jenem gewimpert.

Nur auf der hohen Cordillera, unweit der Schneegrenze. 3 bis 4 Zoll hoher Strauch auf und zwischen Steingeröllen.

Myrrhis andicola? Kunth.

Vorkommend wie die vorige Species. Gelbe Blüthe, November. Nicht häufig.

Ranunculaceen.

Eranthis. Hohe Cordillera.

Anemone decapetala, L. Spreng. Syst. n. 9. So weit ohne Wurzelblätter und Wurzel geschlossen werden kann.

Im September und October blühend; an schattigen feuchten Orten und in Gebüschen, doch eher auf etwas höheren Orten als in der Tiefe der Schluchten. Vereinzelt stehend, nicht häufig.

Magnoliaceen.

Drimys chilensis. Dec. Bertero sammelte es bei la Leone, Chile.

Um Valparaiso, auf der Höhe bei den Mühlen.

Berberideen.

Berberis virgata, R. et P. Spreng. Syst. n. 32. In so weit bei fehlenden Blüthen sich schliessen lässt.

Der 20 bis 25 Fuss hohe Baum findet sich häufig sowohl auf dem Wege von Valparaiso nach Santjago als auch seitlich, und 10 bis 12 Stunden von Valparaiso entfernt in Thalschluchten und auf Hügeln.

Berberis empetrifolia (?). Hohe Cordillera, unweit der Schneegrenze, kaum 6 Zoll hoch.

Berberis?

In den noch bewaldeten Schluchten und Thälern der hohen Cordillera. Als Strauch eine Höhe von 4 bis 5 Fuss erreichend, ziemlich häufig.

Berberis. In den Thälern unweit Valparaiso. Strauch von 5 bis 6 Fuss Höhe.

Geraniaceen.

Tropaeolum polyphyllum Cav. Zwischen Valparaiso und Santjago bei Curacavie.

Tropaeolum chilense, Bert., unweit Valparaiso.

Erodium?

Unserem Cicutarium sehr ähnlich; oder dieses selbst, auch von Bertero in Chile gesammelt. Cordillera, nahe bei Santjago.

Geranium hirtum, Wild. Spreng. Syst. 4. 25. bei Curacavie.

Polygaleen.

Monnina linarifolia, R. et P. Valparaiso im Flachlande auf Santjago zu.

Caryophylleen.

Dianthus — (?).

Kleine, kaum einen halben Fuss hohe zierliche Sträucher, nächst der Schneegrenze, an einzelnen Stellen ziemlich häufig. Die Pflanze scheint den Guanakos zur Nahrung zu dienen. Man findet sie hie und da abgeweidet und häufig die Loosung jener Thiere an den Plätzen, wo sie steht.

Saxifrageen.

Saxifraga — ? Der Aretia sich nähernd.

Ich habe diese Pflanze nur auf den höchsten Punkten der Cordillera bei Santjago getroffen, welche überhaupt noch einige Vegetation zeigten. Sie bekleidet in einem dichten und festen Überzuge die Felsen, drängt sich mit den zähen Wurzeln in die Spalten derselben und sitzt selbst auf dem glatten Gesteine, indem sie allen Formen desselben folgt, so fest auf, dass sie nur mit dem Messer und mit einiger Gewalt abgenommen werden kann. Ich habe an einigen Stellen, wo der Schnee des Sommers über noch theilweise verschwindet, in Mitte des Monates November die Pflanze über 10 Fuss hoch mit Schnee bedeckt gesehen, wo eine vom schmelzenden Schnee gezogene Spalte in die Decke des ersteren einzudringen erlaubte. Die neuen Triebe, welche in Mitte der abgestorbenen mit ausserordentlicher Regelmässigkeit, etwa in zollweiten Abständen erscheinen, ertheilen jener Zwergflora ein ganz eigenthümlich zierliches Ansehen. Die Pflanze scheint einem Käfer [1]) zur Nahrung zu dienen, wenigstens habe ich denselben in mehreren Exemplaren auf derselben gefangen.

Escalloneen.

Escallonia? Ein niederliegender Strauch nach Art unserer Gletscherweiden.

Ebenfalls an den höchsten Punkten der Vegetation unweit des Schnees lebend. Mit den Ästen auf Felsen fortkriechend und hier und da neue Wurzeln schlagend.

Loaseen.

Loasa acerifolia, Juss ?

Gelb blühend im August, September, vorzugsweise um Valparaiso unendlich häufig. Sie erreicht eine Höhe von 3 bis 4' und breitet sich verhältnissmässig aus. Sie wächst allenthalben, wo auf dem sonst kahlen Boden nur halbweg Vegetation möglich ist, und erschwert besonders an den Abhängen und Schluchten das Klettern, indem sie heftig brennt und harte Pusteln erzeugt, die 14 Tage bis drei Wochen nicht unbedeutend schmerzen. Sie wird in der Landessprache Ortiga genannt. Die Esel und Maulthiere fressen sie ohne Schaden.

Loasa urens, Jacq. Sprengel System n. 14. Bei Curacavie auf dem Wege nach Santjago.

Papilionaceen.

Sophora macrocarpa, Schmidt, Santjago. Valparaiso.

Astragalus Garbanzillo, Cav., Spreng. Syst. n. 37. Zwischen Santjago und Curacavie.

Lathyrus? proximus Lath. sericeo Lam.

Mit blauer Blüthe. Cordillera. Santjago.

Mimoseen.

Acacia cavenia, Bertero.

Acacia aromatica.

Mimosa cavenia. Sehr häufig fast allenthalben in den von mir besuchten Theilen der Provinz Santjago und in Valparaiso, zu Einfriedigungen benützt, und wild grössere Strecken bedeckend. Der Strauch hat ein trauriges Ansehen und hatte Mitte October kaum angefangen, sich spärlich zu belauben. Er erreicht eine Höhe von 6 bis 8 Fuss.

---

[1]) Dicera nivalis, Sturm. Nova species. In der von mir besuchten Gegend das in grösster Höhe lebende Insect, welches ich gefunden habe.

indessen kommen zugleich mit ihm wenigstens noch zwei andere Arten vor, die ihm sehr ähnlich sind. Sein vorzüglichster Nutzen besteht darin, dass er der Stacheln wegen vom Vieh verschont, diesem selbst und zugleich dem Graswuchse einigen Schatten gewährt.

Rhamneen.

Colletia an Condalia, nicht in der Sammlung von Bertero.

Diese Pflanze wird 5 bis 7 Schuh hoch, und bildet auf der Cordillera bisweilen Gruppen von fast einem Tagwerke Ausdehnung. Auch wächst sie dort an Gehängen, die nicht zu steil oder bewässert sind, indessen nur an Stellen, die zugleich immer von der Sonne beschienen werden. Sie kömmt ziemlich hoch im Gebirge, jedoch nicht an der Schneegrenze vor. Nicht selten trifft man an den von mir besuchten Stellen der Cordillera auf felsigen Abhängen, auf welchen weit umher keine Spur von Vegetation zu finden ist, plötzlich kleine Gehölze von Strauchwerk, wahre Oasen in jener Steinwüste, welche aus der schon erwähnten Fabiana, einigen Berberisarten, dem Spartium und anderen Pflanzen bestehen, und welche ihren Ursprung von oben kommenden Wassern verdanken, die durch die Construction des Felsengrundes gezwungen hier auf kurze Strecken zu Tage kommen und die Oberfläche bewässern. In dem meist sumpfigen Erdreiche, was sich dort gebildet hat, scheint jenes Spartium vorzugsweise gerne fortzukommen. Ich glaube auch bei Santjago dieselbe Species gefunden zu haben. Ob die Species, welche ich später in einem nur zu Zeiten bewässerten Arme des Flusses Rimac bei Lima gefunden habe, entscheiden vielleicht die Pflänzchen, welche sich gegenwärtig hier aus dem von dort mitgebrachten Samen entwickeln.

Trevoa trinervia, Bert. Gill et Hook. Colletia Trebu Bert. 3 bis 4 Fuss hoher Strauch. Valparaiso.

Celastrineen.

Maytenus boaria, Molin. Cordillera. Der Baum erreicht eine Höhe von 40 bis 50 Fuss.

Celastrus?

Die Blätter durchscheinend, punktirt und haben, so wie das Holz, einen angenehmen specifischen Geruch. Der Strauch erreicht eine Höhe von 2 bis 3 Fuss, und ist auf den Höhen nächst Valparaiso ziemlich häufig.

Aquifoliaceen.

Ilex? — Baum, der 20 bis 25 Fuss Höhe erreicht, häufig in dem bewaldeten Theile der Cordillera.

Euphorbiaceen.

Ricinus communis, L.

Ziemlich häufig an verschiedenen Stellen um Valparaiso, besonders in einigen Schluchten, welche sich gegen die See hin öffnen.

Croton Colliguay, Molin. Colliguaya odorifera Molin. — Stimmt mit dem Specimen von Bertero überein. Valparaiso und Umgegend.

Adenopeltis? Ohne Zweifel integerrima Hook. Bot. Misc.

Der Strauch erreicht eine Höhe von 3 bis 4 Fuss. Cordillera, Santjago.

Monimieen.

Peumus fragrans, Pers. Ruizia frag. R. et P.

Der 3 bis 6 Fuss hohe Strauch kömmt ziemlich häufig um Valparaiso vor, und hat ebenfalls ein wohlriechendes Holz.

Zoologische Notizen.

Schon im Eingange dieser Abhandlung habe ich die Gelehrten angeführt, welche die Freundlichkeit hatten, die von mir mitgebrachten Exemplare zu bestimmen. So vollständig nun auch die Bestimmung der Vögel durch Herrn Professor Reichenbach gegeben worden ist, so war doch eine eben so genaue bei den Amphibien und Weichthieren nur sehr beschränkt möglich, indem theils die vollständige Literatur nicht

stets zur Hand war, theils aber auch einige Exemplare mehr oder weniger beschädigt waren, wesshalb eine genauere Bezeichnung der Species nicht zulässig war.

Auch bei den Insecten konnte in mehreren Fällen bloss die Gattung ermittelt werden. Ich habe indessen die gegründete Hoffnung, dass sowohl Herr Professor Will als auch Herr Dr. Sturm in der Folge dem wissenschaftlichen Publikum eine nähere Beschreibung der interessanten oder neuen Arten mittheilen werden, wenn dieselben genauer von ihnen studirt worden sind.

Mein Aufenthalt in Chile überhaupt war zu kurz, um ausführliche Notizen über die Lebensweise der Thiere, welche ich dort angetroffen habe, zu sammeln; die wenigen Erfahrungen, welche ich in diesem Betreffe gemacht habe, werde ich indessen in dem nachfolgenden Verzeichnisse beisetzen.

ECHINODERMEN.

Asteracanthion aurantiacus. Kommt ohne Zweifel unter den Seesternen am häufigsten vor, längs der Küste von Chile, besonders bei Valparaiso. Das Thier sitzt fast immer in Felsenklüften am Ufer fest, an Orten, wo es stets vom Wasser bespült wird. Es scheint ihm die kleine Litorina peruviana, welche an der ganzen Küste unendlich häufig ist, vorzugsweise zur Nahrung zu dienen, denn ich fand fast bei allen Exemplaren, welche ich abnahm, diese Litorina eingeschlossen. A. helianthus, welche Meyen ebenfalls bei Valparaiso getroffen hat, fand ich nirgends an der dortigen Küste, indessen häufig in der Algodon-Bai, wo hingegen die gegenwärtige Species fehlt.

Echiniden. Es finden sich sowohl im Hafen von Valparaiso, als auch einige Stunden längs der Küste gegen Nord und Süd zwei Species von Echiniden vorzugsweise häufig. Eine kleine zwei bis drei Zoll im Durchmesser haltende fast schwarze, wahrscheinlich neue Art, mit verhältnissmässig langen Stacheln, und ein grösserer röthlicher Echinus mit kurzen Stacheln, der besonders häufig ist und zur Nahrung dient. Hunderte dieser Thiere werden täglich in Valparaiso zum Verkaufe ausgeboten und gegessen, obgleich ein Schmarotzerkrebs, der fast in jedem Exemplare gefunden und mitgegessen wird, der Masse nach wenigstens ohne Zweifel den grössten Theil des eigentlichen Essbaren bildet.

MOLLUSKEN.

Bulimus rosaceus. King.

Ziemlich häufig auf den Hügeln um Valparaiso und auch bei Santjago. Es ist dies die einzige Landschnecke, welche ich mitgebracht habe, da mir einige andere Arten, welche ich in Santjago sammelte, verloren gingen. Überhaupt scheinen die Arten der Land- und Süsswasserschnecken in Chile nicht zahlreich zu sein.

Janthina communis, in Valdivia ziemlich häufig in kleinen Bächen und fliessenden Wassern.

Litorina peruviana, an der ganzen Küste von Chile, sowie auch weiter gegen Norden, häufig, und zu vielen Tausenden an den Felsen der Küste aufsitzend.

Trochus niger, und

Trochus nigerrimus, fast eben so zahlreich und an denselben Stellen, wie die vorhergehende Gattung vorkommend.

Concholepas peruviana.

Patella, mehrere Arten, wenigstens vier.

Chiton, ebenfalls wenigstens drei Arten. Desgleichen:

Balanus, von welchem mehrere Arten allenthalben an der Küste ziemlich häufig sind, und in dichten Lagen am Felsen festsitzend frühere Hebungen bezeichnen.

Mytilus in Gesellschaft mit der Litorina peruviana zahlreich in kleinen Becken und Buchten der Küste. Dieses zierliche Thier scheint eine Lieblingsspeise der meisten Seevögel zu sein.

Venus, diese ebenfalls nicht näher bestimmte Species, hat etwa 3″ Länge, und wird häufig in Valparaiso zum Verkaufe ausgeboten und von den ärmeren Volksclassen gegessen.

Solen guinensis endlich, welche zwar nicht so häufig wie die meisten der vorhergehenden Arten, indessen doch nicht selten, allenthalben an der Küste getroffen wird.

Die im Vorstehenden angeführten Mollusken können als die bezeichnet werden, welche die am häufigsten vorkommenden an der Küste von Valparaiso sind. Zu wenig Zoologe, um mit Nutzen und Erfolg mich um Novitäten zu bewerben, habe ich vorgezogen, durchschnittlich die am zahlreichsten vorkommenden Exemplare mitzunehmen, um vielleicht auf diese Weise etwas zur Schilderung des zoologischen Charakters der Gegend beizutragen.

Ich habe die Schalen und Stacheln des grösseren oben angeführten Echinus, und das getrocknete Muskelfleisch einiger Mollusken der chemischen Analyse unterworfen, und will die Resultate hier in der Kürze angeben, da sich eben doch nicht häufig Gelegenheit findet, solche Untersuchungen vorzunehmen.

Ich habe die frisch aus der See gebrachten Thiere, sobald ich sie nach Hause gebracht hatte, fast alle noch lebend sogleich aus der Schale genommen, die Muskelsubstanz soviel als möglich von den Eingeweiden und anderen Organen gereinigt, sodann einigemale mit reinem erneuten Brunnenwasser hinreichend gewaschen, und hierauf mit etwas destillirtem Wasser abgespült. Der so vorbereitete Muskel wurde einfach an der Luft getrocknet.

Es ist wirklich auffallend, wie leicht dieses Trocknen, auch selbst bei grösseren Exemplaren von Statten ging. Ich besitze noch gegenwärtig ein Stück getrockneten Muskelfleisches von Concholepas peruviana, welches, von einem der grössten Exemplare genommen, im getrockneten Zustande wohl sicher 3″ Länge und Breite hatte, und 1″ Dicke. Es hat sich dieser Muskel bis jetzt unverändert erhalten, und zeigt ebensowenig wie früher während des Trocknens den mindesten fauligen Geruch. Die Beschaffenheit, ich will nicht sagen die Trockenheit, der Luft in den meisten Gegenden von Chile, scheint dem Processe der Fäulniss überhaupt wenig günstig zu sein, und es liesse sich dies vielleicht in näheren Zusammenhang bringen mit den Sanitätsverhältnissen jenes Landes, welches frei von fast allen ansteckenden Krankheiten ohnstreitig eines der gesündesten ist, welches man treffen kann.

Die Analysen, vorzugsweise auf den Aschengehalt beschränkt, gaben folgende Resultate:

ECHINUS.

	Schale. [1]		Stacheln.
Kohlensaure Kalkerde	81.66	—	89.37
Schwefelsaure Kalkerde	1.72	—	1.02
Phosphorsaure Kalkerde	1.35	—	0.97
Kohlensaure Talkerde	6.76	—	3.24
Organische Substanz	7.23	—	4.28
Fett	1.28	—	1.12
	100.00		

Es fanden sich überdies noch, wenn gleich sehr geringe, Spuren von Kieselerde, Eisen und einer Chlorverbindung (wohl Chlornatrium) in beiden Substanzen. Beim Glühen der Stacheln fand die eigenthümliche Erscheinung Statt, dass sich rasch ein weisser Körper sublimirte und theilweise verflüchtigte. In einer Glasröhre erhitzt, wo das Sublimat vollständig aufgefangen werden konnte, verhielt es sich als reiner kohlensaurer Kalk. Diese scheinbare Sublimation fand nur am Anfange des Erhitzens und bei schwacher Rothglühhitze Statt. Sie beruhte jedenfalls auf einer eigenthümlichen Construction im feinern Baue der Stacheln selbst, welcher ich indessen bis jetzt nicht weiter nachforschen konnte.

CONCHOLEPAS PERUVIANA.

Muskelsubstanz.

100.00 trockene Substanz gaben Fett		1.73
„ „ „ „ Asche		7.08
In Wasser lösliche Salze 4.25		60.03
	f. 100.00	
In Wasser unlösliche Salze 2.83		39.97

Leber.

100.00 trockene Substanz gaben Fett		14.60
„ „ „ „ Asche		5.21
In Wasser lösliche Salze 3.37		64.69
	f. 100.00	
In Wasser unlösliche Salze 1.84		35.31

---

[1]) Es braucht wohl kaum erinnert zu werden, dass vor der Analyse alle Substanz bei + 100° getrocknet wurde.

Die Asche enthielt in 100.00:

	Muskel.		
Chlornatrium	31.97	—	39.87
Schwefelsaures Kali	18.49	—	20.62
Phosphorsaures Natron	9.57	—	4.20
Phosphorsaure Kalkerde	20.10	—	20.20
Phosphorsaure Talkerde	19.87	—	15.11
	100.00		100.00

CHITON (Muskel).

100.00 trockene Substanz gaben Fett	4.00
„ „ „ „ Asche	13.69
In Wasser lösliche Salze 7.06	51.56
f. 100.00	
In Wasser unlösliche Salze 6.63	48.44

Für 100.00 Asche:

Chlornatrium	35.14
Schwefelsaures Kali	14.35
Phosphorsaures Natron	2.07
Phosphorsaure Kalkerde	43.25
Phosphorsaure Talkerde	5.19
	100.00

MYTILUS (Muskel, mehrere Individuen zusammen).

100.00 trockene Substanz gaben Fett	4.54
„ „ „ „ Asche	7.69
In Wasser lösliche Salze 4.68	60.86
f. 100.00	
In Wasser unlösliche Salze 3.01	39.14

Die Asche enthielt in 100.00:

Chlornatrium	34.77
Schwefelsaures Kali	16.32
Phosphorsaures Natron	9.77
Phosphorsaure Kalkerde	25.90
Phosphorsaure Talkerde	13.24
	100.00

VENUS (Muskel der essbaren Species).

100.00 trockene Substanz gaben Fett	3.75
„ „ „ „ Asche	11.93
In Wasser lösliche Salze 7.46	62.53
f. 100.00	
In Wasser unlösliche Salze 4.47	37.47

100.00 Asche gaben:

Chlornatrium	40.54
Schwefelsaures Kali	7.23
Phosphorsaures Natron	14.76
Phosphorsaure Kalkerde	22.79
Phosphorsaure Talkerde	14.68
	100.00

FISSURELLA (von der Algodon-Bai).

100.00 trockene Substanz gaben Fett		4.37
„ „ „ „ Asche		5.12
In Wasser lösliche Salze 3.93		76.73
	f. 100.00	
In Wasser unlösliche Salze 1.19		23.27
In 100.00 Asche wurde gefunden:		
Chlornatrium		54.25
Schwefelsaures Kali		14.19
Phosphorsaures Natron		8.29
Phosphorsaure Kalkerde		18.20
Phosphorsaure Talkerde		5.07
		100.00

Ich habe in keiner dieser Aschen Jod oder Brom auffinden können, und selbst durch die sehr empfindliche Probe mittelst Chloroform, war kein Jod nachzuweisen. Die meisten durch Äther ausgezogenen Fette enthielten Phosphor oder Phosphorsäure, einige, so z. B. das Fett von Chiton, ziemlich bedeutende Mengen von Schwefel. Es waren durchschnittlich die erhaltenen Fettmengen zu klein, um weitere Untersuchungen mit denselben anstellen zu können.

Insecten.

Carabus chilensis, Eschenbach. Valdivia.

In einzelnen Exemplaren am bewaldeten Ufer.

Calosoma vagans, Eschenb. auf dem noch bewaldeten Theile der Cordillera.
Calleida (Species.?) Santjago.
Lebia (Sp.?) Santjago.
Anchomenus (Sp.?) Cordillera.
Agonum (Sp.?) Santjago.
Odontoscelis tenebrioides, Curtis.

Bloss ein einziges Exemplar auf dem waldigen Theile der Cordillera.

Platysma (Sp.?) Cordillera.
Harpalus (Sp.?) Cordillera.
Harpalus (Sp.?) Valdivia.
Trechus (Sp.?) Santjago.
Stenolophus (Sp.?) Santjago.
Cybister (Sp.?) Valparaiso.
Cyclous ellipticus, Brullé. Valparaiso.

Diese beiden Arten waren die einzigen, welche ich in den Schluchten um Valparaiso getroffen habe und dies nur in wenigen Exemplaren.

Chrysochroa de Bibra, Sturm, nov. spec. Valparaiso, nur in zwei Exemplaren.
Polycesta (Sp.?) aus dem nördlichen Chile.
Zemina conjuncta, Chevrol. aus dem nördlichen Chile.
Dicerca Dufouri, Laporte. Valparaiso.
Dicerca nivalis, Sturm, nov. spec.

Dieses zierliche mit dem lebhaftesten Grün glänzende Thierchen habe ich einzig auf der hohen Cordillera an der Schneegrenze gefunden, wo es entweder auf einer Saxifraga sich niedergelassen hatte, oder die Felsen umschwärmte; ich habe etwa 8 Exemplare eingefangen.

Anthaxia bella, Guerin. Nördliches Chile.
Anthaxia concinna, Mannerh.

Flachland von Chile, zwischen Valparaiso und Santjago.

Semiotus luteipennis, Guerin, Valdivia.

Aphanobius fuliginosus, Sturm. Cordillera. Auch auf den Höhen bei Valparaiso.
Lychnuris (Sp.?) Valparaiso.
Ellychnia, zwei Species, Valdivia.
Cantharis, vier Species, die grössere vom bewaldeten Theile der Cordillera, die anderen von Valdivia.
Melyris trifasciata, Gory.
Ziemlich häufig in den Wäldern der Vor-Cordillera. Ich habe sie im Flachlande indessen nirgends getroffen.
Exops Bevanii, Curtis. (Psoa chilensis, Erichs.) Valparaiso.
Hister Mathewsii, Curtis. Santjago.
Copris punctatissima, Curtis. Valdivia.
Trox bullatus. Curtis. Valparaiso.
Trox lachrymosus, Curtis. Valparaiso.
Podalgus villosus, Burmeister. Flachland von Chile, ohnweit Casa Blanca.
Oryctomorphus pictus, Waterh. Valparaiso.
Aulacopalpus (Sp.?) Valparaiso.
Aulacopalpus elegans, Dej. Valparaiso.
Brachysternus viridis, Guerin.
Valparaiso auf den Höhen, und in Valdivia, scheint ziemlich verbreitet.
Philochloenia (Sp.?) aus dem nördlichen Chile.
Chiasognathus Grantii, Steph.
Die ersten Exemplare dieses schönen Thieres kamen bekanntlich von Chile zu uns; die von mir mitgebrachten Männchen und Weibchen wurden in Valdivia gefangen, wo es in manchen Jahren nicht selten sein soll.
Solenostomus Darwini, Hope. Valdivia.
Scortizus de Bibra, Sturm, nov. spec. Valdivia.
Beide Arten leben auf faulem Holze und im Innern der Wälder. Sie scheinen selten zu sein, denn ich habe nicht mehr als zwei Exemplare jeder Art gefunden, doch glücklicher Weise jedesmal Mann und Weib.
Scortizus vittatus, Eschenb. ebenfalls nur 2 Exemplare. Valdivia.
Gyriosoma laevigata, Guer. Valparaiso.
Nyctelia (Sp.?) nur in einem Exemplare auf der Cordillera.
Nyctelia multicostata, Guerin. Valparaiso.
Nyctelia deplanata, Lacord. Cordillera, nicht eben selten.
Nyctelia rufipes Solier, und eine andere Nyctelia, bei welcher die Species nicht bestimmt wurde, alle drei eben nicht häufig, doch hier und da unter Steinen zu finden. N. rufipes habe indessen nur auf grösseren Höhen in der Nähe der Schneegrenze getroffen.
Praocis subaenea, Erichson, sowohl auf den Vorbergen der Cordillera, als auch um Valparaiso.
Praocis rufipes, Eschenb. Valparaiso, und:
Praocis (Sp.?) Cordillera.
Scotobius asperatus, Erichson. Santjago.
Nycterinus thoracicus, Eschscholtz. Santjago und Valdivia. Nicht selten.
Nycterinus elongatus, Dejean, Santjago.
Nycterinus (Sp.?) Valdivia.
Elodes (Sp.?) Valdivia.
Epitragus (Sp.?) Cordillera.
Uloma (Sp.?) aus dem nördl. Chile.
Heterophaga opatroides, Dej. Santjago.
Meloe chilensis, Guerin, und eine andere kleine Meloe (Sp.?) auf der Cordillera in ziemlicher Höhe, doch noch auf dem bewaldeten Theile derselben.
Mordella (Sp.?) aus dem nördlichen Chile,
Aegorhinus phaleratus, Erichson. Valparaiso.
Aegorhinus. Zwei weitere nicht näher bestimmte Species aus Valdivia.
Lophotus annulipes, Chevr. Valdivia.
Epicaerus. Auf der Cordillera unfern der Schneegrenze (zwei Species).

(Ein verwandtes Genus, dessen nähere Bestimmung sich Dr. Sturm vorbehält, ziemlich häufig in Valdivia auf einer kleinen Myrtenart.)

Heilipus (Spec.?)

Physothorus Maillei, Gay et Sol. Valdivia.

Physothorus arachnodes, Erichson, Cordillera.

Physothorus de Bibra, Sturm. nov. spec. auf der hohen Cordillera, und wie die vorhergehende Species ziemlich häufig.

Prionus Limae, Guer. Aus dem nördlichen Chile.

Prionus Mercurius, Eschenb. Valparaiso.

Malloderes microcephalus, Dupont. nördl. Chile.

Malloderes (Spec.?) nördl. Chile.

(Zwei Species, die eine von der hohen Cordillera, die andere von Valdivia, deren Genus Sturm in der Folge näher zu bezeichnen sich vorbehält. Jedenfalls Longicornes.)

Eriphus thoracicus, Dejean. Cordillera.

Clythra succincta. Klug. Santjago.

(Nov. genus? bei Cryptocephalus, Valdivia. Hier und da in Blüthen einer Fuchsia.)

Hippodamia connexa. Santjago.

Phasma (Sp.?)

Es wurde mir diese über vier Zoll lange Species von einem in Chile lebenden Deutschen übergeben mit dem Bemerken, dass das Thier in Chile vorkomme. Ich habe es indessen nicht lebend getroffen.

Proscopia armata, Sturm. Cordillera.

Proscopia robusta, Sturm. Valparaiso.

Proscopia tenuirostris, Sturm, Cordillera.

Alle 3 Arten eben nicht selten an den angegebenen Fundorten.

Mantis (Spec.) Valparaiso.

Gryllus (Spec.?) Valparaiso und im Flachlande bis Santjago.

Barbitistes (Sp.?) (Locusta?)

Dieses ziemlich grosse, 1″ bis 1.5″ lange Thierchen habe ich nur an der Küste im Hafen von Corral (Valdivia), aber dort ziemlich häufig unter alten halbfaulen Baumstämmen getroffen.

Chauliodes, nov. species, Valparaiso, an feuchten Stellen der Bergschluchten.

Cicada (Species?) Valparaiso, Quillota.

Conorhinus (Sp.?) nördliches Chile.

Pepsis, vier Species von Valparaiso und Santjago, und 4 weitere von Valdivia.

Bembex, zwei Species aus dem nördlichen Chile.

Banchus, drei Species, Valparaiso und Santjago.

Bombus (Sp.?) Valdivia.

Tabanus latus, Guerin.

Ziemlich häufig in Valdivia an Flussufern und der Küste der See, z. B. in der St. Johns Bay, wo man an heissen Tagen sich ihrer kaum erwehren kann. Ihr Stich ist für den Augenblick empfindlich, aber die Einwirkung ist in einigen Minuten vorüber und hinterlässt keine Beulen, wie bei Tabanus bovinus. Steht man stille, so lassen sich die in der Nähe befindlichen leicht verjagen. So bald man sich aber rasch vorwärts bewegt, wird man nicht selten von mehreren Dutzenden verfolgt, welche sich kaum verscheuchen lassen. Zwei andere kleinere graue Tabanus-Arten sind ebenfalls in Valdivia ziemlich häufig, und der Stich der einen ist ziemlich dem unserer Bremse ähnlich.

Lasia (Sp.?) Santjago.

Dasypogon (Sp.?) Valdivia.

Scolopendra, eine etwa 3″ lange gelbgraue Art um Santjago. Das Thier wird von den Chilenen gefürchtet, ob mit Grund vermag ich nicht anzugeben.

Gonylepes? Neue Gonoleptiden-Gattung, verwandt mit Genus Ampheres Koch. Die Hinterleibsringe mit je zwei Dornen bewehrt. Sie lebt mit der eben erwähnten Barbitistes-Art gemeinschaftlich unter faulen Stämmen an der Erde.

Mygale. Ich habe zwei Arten von Vogelspinnen aus Chile mitgebracht, und namentlich eine in Valdivia ziemlich häufige, welche mit ausgebreiteten Füssen 7 bis 8 Zoll misst. Eine fast ebenso grosse Species kömmt, doch seltener bei Valparaiso vor. In dem noch bewaldeten Theile der Cordillera sowohl, als auch weiter gegen oben, ohnweit der Schneegrenze, lebt eine kleinere Art, zwei bis drei Zoll gross, und man trifft dort Orte, wo fast unter jedem Steine eine solche Spinne gefunden wird. So z. B. an der Nordseite einer Moräne, dicht am Schnee.

Ich habe stets nur ein Exemplar je unter einem Steine getroffen, wohl aber nicht selten friedlich einen Skorpion und eine Spinne zusammenlebend. Man fürchtet in Chile allgemein sowohl die grössere als auch die kleinere Art, indessen ist keine giftig, wie mich wenigstens glaubwürdige Zeugen versicherten. Ich habe lange Zeit zwei Exemplare der grösseren Gattung lebend erhalten. Sie verzehrten einige Raupen, welche ich in ihren Behälter gebracht hatte, nahmen aber auch angefeuchteten Zucker an. Gereizt setzten sie sich in eine drohende Stellung, wichen aber, ohne zu beissen bald zurück. Auf der See starben beide nach einigen Wochen.

Androctonus. Soviel ich unterscheiden konnte, habe ich nur eine einzige Species in Chile angetroffen. Sie scheint häufiger um Santjago, als anderwärts vorzukommen, am meisten aber auf der Cordillera verbreitet zu sein. Nach der Aussage der Chilenen soll der Stich des Thieres starkes Anschwellen des verletzten Theiles und Fieber verursachen, welche Erscheinungen sich aber nach einigen Tagen wieder verlieren. Ich selbst hatte keine Gelegenheit einen Fall dieser Art zu beobachten.

Krebse.

Ich habe aus dem Hafen von Valparaiso und von weiterer Küste nur sechs Arten Krebse mitgebracht, welche ich selbst in den Klippen am Ufer gefangen habe, indem ich leider versäumte mir die Thiere, welche in ziemlicher Anzahl von Species vorkommen, von den Fischern bringen zu lassen.

Es sind drei zur Gattung Grapsus gehörige Individuen, von welchen eine Species häufig gegessen wird, eine Grimothea, eine neue Species Remipes, und eine Pinnotheres-Art, welche Herr Professor Will ebenfalls für neu hält. Man trifft selten ein Exemplar des oben erwähnten Echinus, in welchem sich nicht dieser Schmarotzerkrebs befände. Da ich mehrere vollständig erhaltene Exemplare mitgebracht habe, wird Will später die nähere Beschreibung folgen lassen.

Amphibien.

In den Schluchten um Valparaiso findet sich in den Gebirgswassern eine Rana; die ausgewachsenen Exemplare sind etwa zwei Zoll lang, und schlanker gebaut als unser Wasserfrosch; die Farbe graugrün gesprenkelt.

Ein anderer grosser 7 bis 8 Zoll langer Frosch wird in den Seen um Santjago, doch wie es scheint, seltener gefunden; ich habe ihn anfänglich für Rana mugiens gehalten; es scheint aber eine andere Species. Das Exemplar, welches ich mitgebracht habe, starb bald in der Gefangenschaft. Ein kleiner sehr schön gelb und graugrün gezeichneter Frosch mit ganz eigenthümlich zugespitztem Kopfe, und nur einen Zoll lang kömmt in Valdivia vor. Ich fand ihn indessen nur einmal in einigen Exemplaren an einer Quelle in einer waldigen Schlucht, und konnte später jene Stelle nicht wieder finden.

Eine ziemlich grosse, grau und gelb gesprenkelte Kröte, fand ich während der Paarung in einer Schlucht bei Valparaiso. Das Männchen ist 3″, das Weibchen über 4·5″. Dies sind die einzigen Batrachier, welche ich von Chile mitgebracht habe.

Von Schlangen habe ich eine einzige Species getroffen, Herpetodryas lineatus, welche von 4' bis 4·5' Länge vorkömmt. Ich habe sie in allen Theilen Chile's gefunden, welche ich besuchte, und sowohl in Valdivia nicht weit vom Ufer der See, als auch ziemlich hoch oben in den Wäldern der Cordillera. Sie scheint in ihrer Lebensweise grosse Ähnlichkeit mit unserer Coluber natrix zu haben und lässt sich ergreifen, ohne sich zur Wehre zu setzen. Obgleich nicht schädlich, wird sie von den Eingebornen dennoch sehr gefürchtet.

Eidechsen habe ich in den Wäldern der Cordillera und in Valdivia ziemlich häufig gefunden. Auf der Cordillera, und selbst ziemlich weit oben, wo schon die Vegetation fast gänzlich verschwunden, eine Tachydromus-Art

hurtig auf den von der Sonne beschienenen Felsen umherlaufend, weiter gegen unten im bewaldeten Theile eine Species derselben Gattung, doch grösser. Eine dieser sehr ähnliche Tachydromusart ist in Valdivia sehr häufig. Ebenso ein Tropidurus. Zwei andere Tropidurusarten, ohne Zweifel zu den schon von Meyen beschriebenen gehörig, (T. chilensis, T. heterolepis, T. nitidus und T. nigromaculatus) werden um Valparaiso gefunden.

Vögel.

Sarcorhamphus gryphus.

Ich habe dieses Thier nur stets auf der hohen Cordillera gefunden und nie im Flachlande, ja nicht einmal auf den Vorgebirgen der Anden. Man hat gesagt, dass auf der Küsten-Cordillera sich ebenfalls diese Geierart aufhalte, ich habe aber nie einen derselben dort getroffen. Trotzdem dass ich Hunderte dieser Thiere sah, konnte ich doch nur zwei erlegen, von welchen das eine in eine Schlucht fiel und verloren ging. Das Fabelhafte, das man von diesen Thieren verbreitet hat, ist längst widerlegt worden. Indessen scheint es eine Thatsache zu sein, dass sie den auf der Cordillera während des Sommers allenthalben weidenden Viehheerden bedeutenden Schaden zufügen, indem sie die neugeborenen Kälber rauben, und verirrte jüngere Thiere überhaupt gemeinschaftlich überfallen und tödten.

Cathartes atratus (Vultur — — Wils.), ist C. foetens Illig. Vultur Urubu Vieillot amer. t. 2. V. jota Gmel. (non Molina), Wilsen Amer. orn. t. 75 f. 2. atratus. Bart. Wils. Audubon Birds of. Amer. p. 17. t. 3.

Kommt auch in Chile vor, in Santjago und gegen Norden, aber nicht in so unendlicher Anzahl wie in Peru, z. B. in Lima, wo sich Tausende dieser Vögel in allen Strassen aufhalten und von Abfällen und Unrath leben, den man aus den Häusern wirft.

Haliaëtus Aguia Less. Geranoaetus aguia. Kaup. Bonp. Falco aguia Temminck pl. col. 302. Pontaëtus aguia Kaup. melanoleucus (Falco — Vieillot) Gray. Azara. Nr. 3. Aquila obscura v. blanca.

Ziemlich häufig im Flachlande von Chile und auch auf den Höhen bei Valparaiso.

Milvago chimango. Vieill. Bonap. Polyborus chimango. Vieillot. Aquila pezopora. Meyen. Nova acta Leopold. Carol. XVI, t. 6. Gray genera of Birds. t. 5.

Im Flachlande von Chile und häufig auf dem Wege von Valparaiso nach Santjago. Hält sich fast immer auf der Erde auf.

Accipiter palumbarius americanus. Wilson t. 52. f. 3. Audubon pl. 23. fig. sup. juvenis. Accipiter atricapillus, Bonapart. In Santjago und dem nördlichen Chile.

Accipiter pileatus (Falco — Max v. Wied.) Temminck pl. col. 205.

Ich habe diesen zierlichen schlank gebauten Vogel nur einigemale etwa 12 Stunden von Valparaiso in der Nähe eines Teiches getroffen.

Buteo erythronotus, (Falco — King.) Gray. B. tricolor D'Orbig. Voy. Amer. merid. Ois. pl. 3.

Im November auf der Cordillera geschossen. Scheint nicht häufig.

Circus histrionicus. Lesson. Quoy et Gaim. Voy. Uran. Ois. pl. 15, 16. Strigiceps histrionicus, Kaup. Bonap. Circus cinereus et acoli Gray genera.

Häufig umweit Santjago.

Strix flammea Wils. t. 50; flammea americana Audubon Birds of Americ. t. 34 pratincola Bonapart.

Um Valparaiso.

Trochilus gigas. Vieillot.

Ziemlich verbreitet in ganz Chile, mit Ausnahme der südlichen Provinzen, wo er seltener aufzutreten scheint. In Valdivia habe ich selbst kein einziges Exemplar gesehen, doch soll er dort ebenfalls vorkommen. Um Valparaiso und namentlich in den Schluchten und Abhängen ist dieser Trochilus sehr häufig. Er umschwärmt stets Blumen, um aus den Kelchen kleine Insecten zu fangen. Auch in den Schluchten der hohen Cordillera, soweit noch blühende Pflanzen vorkommen, kommt er nicht selten vor. Das sternum und die musc. pectorales sind sehr stark entwickelt und bedecken die Eingeweide des Unterleibes fast gänzlich. Das Herz ist sehr gross; der Magen verhältnissmässig klein, (keine 1/3 Grösse des Herzens), häutig, und bei allen Exemplaren stets mit Resten kleiner Insecten gefüllt. Die Leber ist zweilappig und auffallend hell gefärbt, fast ganz ähnlich, wie das Gehirn. Gallenblase habe ich keine finden können. In den Eingeweiden war Zucker in ziemlicher Quantität nachzuweisen.

Trochilus leucopleurus. Bourcier et Mulsant, hist. nat. des Colibris. Oreotrochilus leucopleurus Gould Trochilidae I, pl. 3. Proceed of the zool. Soc., XV, 1847, p. 10.

Diese zierliche Art kommt in Chile nur auf den höheren Partien der Cordillera vor, ist dort aber ziemlich häufig.

Trochilus Verreauxii Vieill. Sephanoides Less. Voy. Coqu. t. 31, f. 2. Lesson Ois. mouch. t. 14, ♂ Colibri suppl. t. 5, ♂ Ois. mouches Jules Verreaux V. Ois. dor. III, t. 25. Mellisuga galerita Gray Gener.

Ziemlich allgemein in Chile verbreitet, doch nur im Flachlande, und auf niederen Gebirgen. Sehr häufig besonders in den Schluchten um Valparaiso. In Santjago scheint er selten zu sein, ich wenigstens habe dort kein einziges lebendes Exemplar gesehen.

Synallaxis aegithaloides. Kittlitz, Mem. St. Petersbourg 1831, t. 7.

Dieses zierliche Thierchen scheint selten zu sein. Ich habe überhaupt zwei Exemplare gesehen und erlegen können, in einer waldigen Schlucht unweit Valparaiso.

Synallaxis pumicola, humicola, Kittl. Voy. Chil. t. VI.

Ebenfalls selten. Am bewaldeten Abhange des gegen die See hin abfallenden Küstengebirges bei Valparaiso.

Opetiorhynchus rupestris, Kittlitz. Cinclodes vulgaris. G. R. Gray Gener. of Birds. Upucerthia vulgaris D'Orb. Voy. pl. 57, f. 1. — Valparaiso.

Cinclodes nigrofumosus, G. R. Gray. Gen. Upucerthia nigrofumosa D'Orb. Voy. Ois. pl. 14, f. 12. — Santjago, Quilota.

Pteroptochus megapodius. Kittl. Voy. Chil. t. 3. Kupfertaf. t. 16. f. 1 — Megalonyx rufus Lesson. Im Spanischen: el Turco.

Pteroptochus albicollis, im Spanischen: Tapoculo.

Ich habe diese und die vorhergehende Art allenthalben in Chile getroffen, und selbst ziemlich hoch in der Cordillera. Beide sind sich sowohl im Äusseren als auch in ihrer Lebensweise sehr ähnlich. Sie halten sich beide fast immer im Gebüsche auf und laufen von Zeit zu Zeit mit grosser Geschwindigkeit von einem Gesträuche zum andern, wobei sie die Steissfedern gerade in die Höhe gerichtet tragen (daher der chilenische Name Tapoculo: bedecke den Steiss.) Das Fleisch beider Arten ist sehr wohlschmeckend, und ähnelt dem unseres Haselhuhns.

Myiothera — Malacorhynchus. Menetr. Myiotheres pl. 13, f. 1. — Santjago, Valparaiso.

Turdus magellanicus King. Proceed. Zool. Soc. 1830, 14. Beagle. p. 59.

Ziemlich häufig bei Valparaiso und auch weiter im Innern. In kleinen Gehölzen und Buschwerk.

Mimus patagonicus, G. R. Gray. Gould Beagle p. 6. Orpheus patag. D'Orb. Voy. pl. 11. — Valparaiso.

Centrites rufus. Cabanis orn. Notiz. I, 256. Rchb. Av. Syst. nat. t. LXIV, 1 c.

Diesen zierlichen kleinen Vogel habe ich nur ein einziges Mal unweit Santjago auf den Geröllen eines Flussbettes getroffen.

Muscisaxicola rufivertex. D'Orb Voy. t. 40, f. 2. — Santjago.

Muscisaxicola maculirostris. D'Orb. Voy. t. 40, f. 2.

Ich habe diesen Vogel nur in der Cordillera getroffen, in bewaldeten Schluchten und selbst noch gegen die höheren Partien hin, wo die Sterilität schon überwiegt und nur noch vereinzeltes Buschwerk getroffen wird. Er ist scheu, und hat die Eigenthümlichkeit, sehr rasch von Busch zu Busch zu fliegen, indem er stets sich auf der höchsten Spitze des Gesträuches niederlässt, behende abwärts schlüpft, dann einige Schritte auf dem Boden fortläuft und dann schnell auf einen anderen Busch fliegt. Er ist nicht selten.

Muscicapa nigricans. Audubert Birds of Amer. t. 60. Tyrannula. Swainson, Syn. of Mex. Birds.

Bei Valparaiso und im Flachlande von Chile, auch in Valdivia.

Muscicapa Parula. Kittl. Aniretes parulus Rchb. Av. Syst. nat. t. 16. Musci. parulus Kittl. Voy. Chil. t. IX. Valparaiso selten.

Agriornis marginalis Rchb. — Er steht zunächst dem Agr. striatus Gould Beagle p. 26, 2, von dem er sich jedoch durch den weissen äusseren Fahnenbart der Schwanzfedern, die olivengrünbraune Brust, und den gelblichen Bauch und Steiss unterscheidet.

Eben nicht selten auf dem Küstengebirge bei Valparaiso. Weiter im Lande weniger häufig.

Sturnella militaris. — Trupialis militaris. Bonap. Sturnus — L. Sturnella — Vieillot. Rchb. pl. 113.

Häufig in ganz Chile, besonders im Flachlande. Meist paarweise.

Quiscalus pilaris Lichtenstein. Sturnus curaeus Molin? Psarocolius curaeus Bonap. Icterus et Sturnus aterrimus Kittl. Vög. Chil. T. 2. Leistes niger Swains. Agelaius aterrimus Gray Genera.

Dieser schöne und lebhafte Vogel findet sich ziemlich häufig allenthalben in Chile und wird auch in der Cordillera nicht selten getroffen, so weit sich noch Waldwuchs findet.

Xanthornus chilensis Rchb. zunächst Xanth. cajennensis, doch kleiner, der Schweif viel kleiner, nicht stufenförmig, kaum gerundet.

Ziemlich häufig habe ich diesen schönen Vogel etwa 12 Stunden weit von Valparaiso in einer ebenen und etwas sumpfigen Gegend getroffen, an anderen Orten selten und bloss in vereinzelten Exemplaren.

Phrygilus Gayi. Cabanis. In Tschudi's Fauna Peruana. Fringilla Gayi Eydoux et Gervais.

Valparaiso, auch in der Cordillera, doch nirgends sehr häufig. Ich kann mich nicht erinnern, ihn im Flachlande und in Santjago gesehen zu haben.

Diuca Molinae. Rchb. Av. System. nat. T. LXXVIII.

Häufig auf der Cordillera.

Emberiza carbonaria. D'Orb. Voy. pl. 45 f. 2.

Ebenfalls auf der Cordillera. Singt lerchenähnlich.

Sycalis luteoventris (Fringilla luteoventris) Meyen Act. Leop. Carol. Cabanis in Tschudi. Santjago, Cordillera.

Chrysomitris xanthomelaena. Reichb. n. sp. ♂ ♁.

Dieses überaus zierliche Thierchen lebt in Zügen von etlichen hundert auf den höheren Theilen der Cordillera. Ich habe dasselbe sonst nirgends in Chile angetroffen.

Phytotoma rara. Molin, silens, Kittl. Vögel Chile's. Bloxmani, Childr.

Auf der Cordillera, doch selten. Im Flachlande etwas häufiger.

Enicognathus leptorhynchus G. R. Gray, Psittacus—King, rectirostris, Meyen Act. Leop. Carol. t. XV. ruficaudus Swainson, cheroyeus Mol.? Lear t. 11.

Santjago. Valdivia sehr häufig. Truppweise lebend.

Conurus pyrrhurus, Reichb. n. sp.

Bei Santjago (?) und im nördlichen Chile.

Columba araucana. Lesson Voy. Coq. T. 40. Reichb. Columb. T. CXXXII, ic. 1256., denisea. Temminck Col. 502, meridionalis King.

Valdivia. Besonders häufig an waldigen Flussufern.

Chamaepelia melanura Reichb.

Eine unserer Col. turtur sehr ähnliche Species, häufig auf der Cordillera, wo sie uns zur Nahrung dienen musste, und wo ich bisweilen 3 — 4 derselben mit einem Schusse erlegen konnte. Ich habe sie ziemlich weit oben angetroffen und noch dort, wo bloss noch spärlicher Graswuchs sich entwickelte. Im Flachlande habe ich sie nirgends getroffen.

Chamaepelia cyanostigma. Reichb.

Die niedliche kaum lerchengrosse Taube habe ich ein einziges Mal im Flachlande von Chile umweit Casa blanca getroffen; im nördlichen Chile soll sie häufiger sein.

Attagis Gayii, J. G. St. Hil. Lesson. Cent. T. 47, Reichb. Gallinae. T. CLXXXI. ic. 1554.

Santjago. In den Vorgebirgen der Cordillera. Eine ähnliche Species kommt in den waldigen Schluchten um Valparaiso und auf der Küsten-Cordillera vor, ich kann aber nicht bestimmen, ob vielleicht dieselbe, da ich das Thier nie erlegen konnte.

Thinocorus Orbignianus J. G. St. Hil. Less. Cent. Zool. T. 48, 49. Reichb. Gallinae, T. CLXXX, ic. 1552—53.

An einigen der höheren Punkte der Cordillera ohnfern der Grenze des Schnees in feuchten Grasplätzen. Paarweise lebend wie vorige Species.

Vanellus cajennensis (Charadrius) L. Gmel. Buff. pl. enl. 836, Reichb. Grallat. T. CI, ic. 678 — 680. Hoplopterus cajennensis. — Charad. lampronotus. Wagler. Quilotta, Santjago.

Herodias alba (L.) Boie Ardea Illiger, Wils. Amer. Orn. T. 61, f. 4. Audubon Birds of Amer. T. 370. Reichb. Grallat. T. XCII, ic. 1030. — Santjago. Quilotta.

Herodias candidissima (Gmel.) Boie. Buff. pl. enl. 901, Jacq. Vög. T. 13. Wilson Amer. Orn. pl. 62. f. 1. Audubon Birds of Amer. T. 374. Reichb. Grallat. T. XCII, ic. 1031 — 32. Ard. Thula Mol.

Santjago; ohnweit Quilotta; nicht selten an Flussufern und Seen.

Nycticorax Gardeni. Reichb. Grallat. T. LXXXVIII, ic. 484. Ardea Gardeni Gm. maculata Wils. juv. Nycticorax Wils. T. 61, f. 2. Audubon Birds of Amer. T. 363. A. tayazuquira Vieillot. Ardea noactli Gmel. jamaicensis. Gmel. cyanocephala Mol. americana Bonap. naevia Bodd. juv. — Kittl. Kupfert. T. 35. f. 1.

Im nördlichen Chile, Santjago.

Platalea Ajaja. Wils. Taf. 63, f. 1. Wied IV, 668. Latham III, f. 3. T. 74.

Ibis melanopsis. Gmel, Reichb. Grallat. T. LXXXIII, ic. 1012.

Im nördlichen Chile.

Ibis Guarauna. Gmel. Reichb. Grallat. T. LXXXIII, ic. 1012. — Nördliches Chile.

Himantopus nigricollis. Vieillot Gal. II, T. 29 Reichb. Grallator. T. XCVII, ic. 641. Audubon Birds of Amer. T. 354. Recurvirostra Himantopus Wils. Amer. Orn. pl. 55. f. 1.

Häufig in den Seen bei Santjago.

Rhynchaea semicollaris (Vieillot Enc. meth. p. 1100. Nouv. dict. VI, 402.) G. R. Gray Genera — Azara Nr. 405. Chorlita golas obscura y blanca, Rhynchaea Hilarea. Valenc. Lesson. ill. Zool. T. 18. Reichb. Grallat. T. LXXI, ic. 550, 51, occidentalis. King.

Ziemlich häufig in den Seen bei Santjago.

Fulica americana. Gmel. Reichb. Rallidae T. CVII. ic. 1088 — 89.

Vorkommen wie die vorige Art.

Phoenicopterus ignipalliatus J. G. St. Hil. et D'Orb. Mag. Zool. Ois. T. 2. Gray Genera T. CLXIII, Reichb. Natator. T. CCLXXXVIII. ic. 2363. — Im nördlichen Chile.

Bernicla antarctica (Gmel) Steph. Voy. Coqu. pl. 50. Reichenb. Nat. T. LVII, ic. 397 et 948 et magellanica 949. Anas magellan. Sparm. mus. Carls. f. 37. A. Ganta Forster, hybrida Mol. Anser candidus. Vieillot. Anas chionis Illiger. — Nördliches Chile.

Bernicla melanoptera (Eyton.) Voy. Beagle pl. 50. Reichb. Nat. T. LVIII, ic. 953.

Cygnus nigricollis Reichb. Natator. T. LXII, ic. 967.

Verbreitet in ganz Chile in Landseen.

Anas coerulata Lath. Reichb. T. LI. ic. 178. Petrocyanea coerulata, G. R. Gray. A. cyanoptera Vieill. A. Rafflesii King. Zool. Journ. suppl. p. 29. Jard. et Selby il. orn. pl. 23. Pato alas azulas Azara 434.

Häufig, besonders in den Landseen um Santjago.

Mareca chiloensis (Anas chilo. King.) Gray genera. Reichb. Natator. I. LII. ic. 162—63. sibilatrix Pöppig. Froriep's Notiz XXXII. Bull. sc. nat. XIX. 103. parvirostris Vieill. — Azara n. 432: Pato pico pequenno.

Dafila caesioscapulata Reichb. Natator. T. LI. ic. 180. — Ziemlich häufig in den Seen um Santjago.

Querquedula oxyptera (Meyen) Acta Leop. Carol. XVI. T. XXVI. Reichb. Natator. T. LII, ic. 164.

Von Meyen in Peru geschossen. Ich habe das Thier häufig in allen Seen in der Umgebung von Santjago geschossen.

Petrocyanea maculirostris, Gray. (Anas — Lichtenstein) Reichb. Natator. T. LI. ic. 181. Cyanopterus (vix) Eyton.

Fuligula albipennis (Anas albipennis Lichtst.) Reichb. Natator. T. CCLXXXV. ic. 2350.

Erismatura ferruginea Eyton. Reichb. Natator. T. XLIV. ic. 898.

Wie die zwei vorhergehenden Arten ebenfalls in den Seen um Santjago.

Merganetta armata. Gould. Gray, genera ic. M. chilensis et columbiana. O. D. Murs. ic. T. 6. — Reichenb. Natator. T. XLIV. ic. 897. T. CCLXXXII. ic. 2323—24.

Ich habe diese Ente nur in den Gebirgswassern der hohen Cordillera getroffen, und das nur in wenigen Exemplaren. Sie schwimmt behende selbst gegen die reissende Strömung jener Gewässer, und schwingt sich von Zeit zu Zeit auf die hervorstehenden Felsenstücke, wozu ihr die an den Flügeln befindlichen Sporen behülflich zu sein scheinen. Auf diese Weise ist sie zwar leicht zu erlegen, allein sie ist dann stets für den Jäger verloren, indem sie sogleich von der Strömung hinweggerissen wird. Ich habe das einzige Exemplar, dessen ich habhaft werden konnte, bloss dadurch erhalten, dass dieselbe plötzlich überrascht aufflog, und geschossen, ans jenseitige Ufer des Baches fiel. Gewöhnlich aber, und besonders, sobald man sie längere Zeit verfolgt, fliegen sie nicht, sondern tauchen unter.

Podiceps bicornis Lichtenstein. P. major Bodd. Buff. enl. pl. 404. f. 1. cajennensis L. Gmel. cayanus Latham, leucopterus King, Reichb. Natator. t. VII. ic. 740—41.

Valdivia. Auch in den Höhlen des nördlichen Chile und in der Algodon-Bay.

Podiceps kalipareus Lesson. Garnot Voy. Coqu. T. 45. occipitalis Lesson in Pernetty Voy. T. II. et Manuel II. 257. — Reichb. Nat. T. VI. ic. 69, 70. T. CVI. ic. 1074—75.

In den Süsswasserseen bei Santjago ziemlich häufig.

Podilymbus brevirostris. Gray. Genera T. CLXXII. Reichb. Natator. T. CCLXVI. ic. 2236.

Ebenfalls um Santjago.

Aptenodytes chiloënsis Molina Reichb. Natator. T. CCCLXXV. ic. 2935—36.

Im Spanischen „Pájaro ninno" womit sämmtliche Pinguine bezeichnet werden, ohne Zweifel wegen der Ähnlichkeit die das Thier, wenn es auf dem Lande geht, mit einer kleinen menschlichen Figur hat. Scheint von Chile an gegen Norden an der Küste ziemlich verbreitet. Obgleich sie im natürlichen Zustande fast immer in der See leben, so scheinen sie doch auf dem Lande gut fortzukommen, wenigstens habe ich in Lima mehrere ausgewachsene und gezähmte Exemplare in den Strassen gesehen. Ich habe von Valparaiso aus zwei junge Exemplare lebend mitgenommen, welche sehr bald vollkommen zahm wurden und auf dem Deck umherliefen, indem sie begierig Abfälle von frischem Fleisch, sowie auch Salzfleisch verschlangen. Aber schon nach 14 Tagen, nachdem das Schiff in See gegangen war, starben beide.

Procellaria gigantea. Reichb. Natator. T. XII. ic. 332.

Ziemlich häufig im Hafen von Valparaiso.

Sterna hirundo, sehr häufig im Hafen von Valparaiso.

Phalacrocorax gracilis, Meyen.

Phalacrocorax Gaimardi Lesson. Garn. Voy. Coqu. T. 48. — Reichb. Natator. T. XXXIII. ic. 370. Ph. cirriger King.

Die erstere Art ist in allen Häfen von Chile sehr verbreitet. Die zweite seltener in Chile, ziemlich häufig in der Algodon-Bay.

Säugethiere.

Die von mir mitgebrachten Säugethiere sind folgende:

Abrocoma Bennetii, Santjago.

Dendroleices Degus, Meyen.

Dieses Thier, welches Meyen ausführlich beschrieben und abgebildet hat, ist in Chile ziemlich allgemein verbreitet. Es kommt bei Valparaiso vor und bei Quilotta, am häufigsten aber trifft man es auf dem Wege zwischen Santjago und Valparaiso, wo grössere Stücke Landes buchstäblich von diesen Thieren unterminirt sind.

Octodon Cammingii, Bennet. Santjago.

Didelphis elegans. Waterh. (Thylamys elegans Gray) aus dem nördlichen Chile.

Eriomys chinchilla, dieselbe Species, welcher ich in einer früheren Abhandlung über die Algodon-Bay erwähnte.

Galera vittata, Gray, nördliches Chile.

Canis Azarae, Cordillera, soll dort häufig vorkommen, inde ssen sah und schoss ich nur ein einziges Exemplar obgleich mehrere dieser Thiere, wie es die Fährte bewies, bisweilen des Nachts das Lager umschlichen, wahrscheinlich durch die geschossenen und zum Abbalgen bestimmten Vögel angelockt.

Ich erwähne noch einer kleinen ganz schwarzen Rattenart, welche auf der Cordillera hoch oben und an der Grenze des Schnees lebt. Diese Thiere verlassen, wie es scheint, nur des Nachts die Erdhöhlen, welche sie bewohnen. Stellt man sich ohnweit der zahlreichen Mündungen ihrer unterirdischen Bauten auf, und erschüttert die Erde durch einen kräftigen Fusstritt, so kommen stets eine gewisse Anzahl derselben mit der Spitze der Schnauze auf einen Augenblick zum Vorschein, um, sobald sie des Jägers ansichtig werden, schnell wieder zu verschwinden. Ich habe in Santjago einen sehr defecten Balg eines dieser Thiere gesehen, konnte aber auf der Cordillera keines habhaft werden, obgleich ich ohne Zweifel mehrere tödtlich verwundete. In der Landessprache wird das Thier Crudo genannt.

Was schlüsslich die Felis concolor, die Puma oder den sogenannten südamericanischen Löwen betrifft, so wird das Thier, wie es scheint, allenthalben in Chile getroffen, indessen immerhin selten. Die weite Verbreitung desselben ist bekannt, indem es in ganz Südamerica, wenigstens auf der westlichen, von der Cordillera begrenzten Seite, vom Feuerlande aus, unter 54° s. Br., bis zum Äquator, und in einer Höhe von 10.000′ getroffen wird. Die immer grösser werdende Seltenheit des Thieres rührt wohl von dem Eifer her, mit welchem es allenthalben, wo es sich blicken lässt, verfolgt wird. Dem ersten Reiter, welcher das Thier verfolgt, schliessen sich bald andere an, die Hunde eines jeden Gefährs oft 20 und mehrere an Zahl folgen den berittenen Jägern, die alle mit dem Lasso bewaffnet der fliehenden Puma über Stock und Stein folgen, bis dieselbe entweder auf der Ebene eingeholt und mit dem Lasso gefangen wird, oder sich ermüdet auf irgend einen Baum flüchtet, wo ihrer das nämliche Schicksal harret. Das einmal gefangene Thier wird im schnellsten Galopp so lange geschleift, bis es verendet und man zerschlägt ihm dann noch zum Überflusse den Kopf mit Knitteln, wesshalb ein wohlerhaltener Schädel eine Seltenheit ist. Doch habe ich in Valdivia einen ziemlich gut erhaltenen erworben. Die Puma besitzt im Übrigen die ganze Unverschämtheit einer Katze. Während meiner Anwesenheit im Hafen von Corral raubte eine solche dicht an den dort befindlichen Häusern mehrere Nächte hinter einander Kälber, und kletterte endlich in den unteren Theil eines Hauses, um die dort befindlichen Vorräthe zu rauben. In der ersten Nacht gelang der Diebstahl, und sie kehrte in der nächsten wieder, wo sie verscheucht aber nicht erlegt wurde, da die dichten Wälder der dortigen Gegend eine Verfolgung nicht zulässig machten. Im Museum zu Santjago befindet sich eines der grössten Exemplare dieses Thieres, aber schlecht ausgestopft. Lebend habe ich eine einzige gesehen und das zwar in der Entfernung von 30 Schritten, leider aber war ich unbewaffnet. Da aber hier nicht der Ort ist Jagdabenteuer zu berichten, so bemerke ich bloss, dass das Thier sich ziemlich leicht verscheuchen liess, und sich langsam in den Wald zurückzog, als ich, da ich keine andere Wahl hatte, mit Steinen nach ihm warf, und laut rufend auf dasselbe zuging.

Mit Ausnahme der ziemlich zahlreichen Vögel ist die Fauna von Chile, gehalten gegen andere Länder von gleichen Breitegraden, gewiss eine spärliche zu nennen. Die Säugethiere sind schlecht vertreten. Einige Nager bilden die Hauptmasse. Eben so ist es mit den Amphibien, welche sowohl in Hinsicht auf vorkommende Arten als auch in Anzahl der Individuen von den z. B. in Deutschland lebenden gewiss übertroffen werden. Am auffallendsten aber war mir die Armuth der Fauna in der Insectenwelt. Durch langjährige Übung im Vaterlande wohlbekannt mit den Fundorten und den Schlupfwinkeln dieser Thiere, versäumte ich keine Gelegenheit, ihnen nachzuspüren, aber obgleich ich mich von August bis Februar in Chile aufhielt, habe ich nicht mehr als die oben bezeichneten Arten erwerben können, von welchen noch dazu ein Theil, theils durch Bekannte, welche mich hier und da begleiteten, oder durch meine Knechte gefangen wurden. Die geringe Anzahl der Arten wird noch durch die der Individuen übertroffen. In dem wenig bewässerten Theile des Flachlandes, oder auf den steilen Hügeln der Küste des nördlichen Chile kann dies wenig auffallend erscheinen, aber es bestand oft auch in den feuchten, warmen und oft fast undurchdringlichen Wäldern von Valdivia die ganze Ausbeute eines Tages in 4 oder 5 Arten und in 10 bis 15 Individuen. Ich weiss nicht, was man dazu sagen wird, aber ich habe mich nicht von der Idee trennen können, dass das verhältnissmässig jugendliche Alter eines grossen Theiles der Westküste, ihr, in diesem Sinne ausgesprochen, nicht langes Emporgestiegensein aus den Fluthen des stillen Meeres, einen grossen Theil der Schuld an dieser Armuth der Fauna trägt.

Ethnographisches.

Die Bevölkerung von Chile besteht aus Abkömmlingen der Spanier, und hier sowohl wie an der ganzen Westküste hat sich spanische Sitte theilweise noch ziemlich unverändert erhalten. Häufige Vermischungen mit den eigebornen Indianern haben ohne Zweifel stattgefunden, wenigstens war dies in den südlichen Provinzen unbedingt der Fall, aber die strengen Unterschiede wie sie in anderen Ländern der neueren Welt stattgefunden haben und noch stattfinden, wurden in Chile bei Seite gesetzt. Es wurden Kinder spanischer Väter stets selbst als Spanier anerkannt, und diese Einrichtung hat vielleicht wohlthätiger auf die Gesammtbevölkerung gewirkt als man auf den ersten Blick hin glauben möchte. Überhaupt scheint hier strenge Ängstlichkeit in Betreff auf die sogenannte Reinheit des Blutes bloss dort vorzugsweise stattgefunden zu haben, wo Negersclaven häufig waren, und eine tiefere vielleicht nur instinctartig empfundene politische Nothwendigkeit gab den Anlass zu jener strengen Scheidung der Racen. — Der eingeborne Chilene, spanischer oder vielleicht auch gemischter Abkunft, ist meist zierlich gebaut, nicht gross, und es lässt sich vielleicht für die Männer als mittlere Grösse 5 Fuss und einige Zoll annehmen. Hände und Füsse sind selbst im Verhältnisse zu dieser Grösse noch klein und zierlich zu nennen. Haare und Augen sind schwarz, durchgängig und ohne Ausnahme, und das Haupthaar von Frauen ist meist von so glänzender Schwärze, dass es ohne alle Übertreibung am besten mit schwarzem Seidenzeuge verglichen werden mag.

Was die Hautfarbe der Chilenen betrifft, so ist dieselbe jene der südlichen Länder Europas. Die Frauen aus den höheren Ständen tragen indessen in Betreff der Farbe fast kein Kennzeichen ihrer südlichen Abkunft, wenn sie sich vor der Sonne hüten, und haben einen reinen weissen Teint, während die Männer doch fast immer einen etwas bräunlichen Ton haben, da sie sich weniger vor den Sonnenstrahlen schützen. Die gelbe Farbe, welche bei Eingebornen und Fremden, und bei letzteren schon nach einigen Jahren Aufenthalts sich in Brasilien und Peru zeigt, trifft man hier nur selten, und mag ausserdem in manchen Fällen durch Leberleiden bedingt sein. Die Landbewohner hingegen, und namentlich solche, die sich von Jugend auf unbekümmert im Freien umhergetrieben haben, sind nicht selten von vollkommener Mahagonifarbe.

Ohne die Anmassung begehen zu wollen, nach einem halbjährigen Aufenthalte über den Charakter eines Volkes zu urtheilen, so mag es mir doch erlaubt sein, zu erwähnen, wie ich den bei weitem überwiegenden Theil jener Chilenen gefunden habe, mit welchen ich in nähere Berührung kam. Fast allenthalben habe ich ein freundliches und gefälliges Benehmen gegen Fremde gefunden und eine herzliche Gastfreiheit gegen dieselben. Europäische Formen, in den Städten fast sclavisch nachgeahmt, haben diese schöne Sitte noch nicht verdrängen können, und sie findet auf dem Lande mit jener rührenden patriarchalischen Einfalt Statt, welche uns reichlich entschädigt für gewohnte Bequemlichkeiten. Ich habe die Chilenen stets bescheiden gefunden. Der Jäger, der uns in den Bergen allein begegnet, wird uns nicht selten um Pulver und Blei ansprechen, aber ich weiss keinen Fall, dass einer den scheinbar letzten Vorrath angenommen hätte, welchen ich ihm bot. Ich bin einmal von Fischern etwa 4 Stunden weit von Valparaiso um Papier für Cigarros gebeten worden, als ich aber ein Blatt aus meiner Schreibtafel reissen wollte, um es ihnen zu geben, verhinderten sie mich fast mit Gewalt daran, und sagten, es sei Schade um das Buch. Solche Züge mögen geringfügig erscheinen, aber ich habe viele ähnliche erlebt, und sie zeugen sicher von Gutmüthigkeit und von angebornem Tacte. Eine gewisse Kindlichkeit möchte ich überhaupt als einen Hauptzug des Gesammtvolkes in Chile bezeichnen. So lassen zum Beispiele Kinder sowohl als erwachsene

bärtige Männer dort in den ersten Sommermonaten Papierdrachen steigen, Cometas in der Landessprache, und dies zwar in so ungeheurer Menge und theils von solcher Grösse, dass ein Fremder, welcher zum ersten Male eine chilenische Stadt von einiger Entfernung aus betrachtet, sich schwerlich eine Erklärung geben könnte über die Menge jener sonderbar geformten und gefärbten Papierstücke, wenn er nicht vielleicht aus seinen Kinderjahren her sich jenes Spieles erinnerte.

Der Geschmack an bunten Luxusgegenständen, ohne viel auf deren Solidität zu sehen, und ein fast kindisches Behagen an glänzendem Metallschmuck sprechen eben so für meine oben geäusserte Ansicht. Angeschlossen an diese liebenswürdigen Seiten der Chilenen mag als Schattenseite eine gewisse Trägheit nicht zu läugnen sein, die sich bei einem grossen Theile der Bevölkerung ausspricht. Je nach Bedürfniss im Schatten oder in der Sonne zu kauern und Papiercigarren zu rauchen, scheint bei einem grossen Theile der Bevölkerung eine der hauptsächlichsten Beschäftigungen. Bei dem durchschnittlich mässigen Leben des Volkes genügen einige Tage Arbeit für die einfachen Bedürfnisse zu sorgen, und man ruht friedlich während der übrigen Wochentage von überstandenen Anstrengungen aus. Industrie und Gewerbe befinden sich desshalb auch auf keiner erfreulichen Stufe der Vollkommenheit, man trifft nur die gewöhnlichsten Handwerker unter den eingeborenen Chilenen und es sind meist Fremde, welche ansässig in den Städten, jene Artikel fertigen, welche nicht über See ins Land gebracht werden. Unter Aufsicht arbeiten übrigens einmal gedungene Knechte fleissig. Trunksucht möchte ich den Chilenen nicht vorwerfen. Es ist richtig, dass bei besonderen Gelegenheiten geistige Getränke consumirt werden, aber der tägliche Genuss derselben ist durchaus kein Bedürfniss, wie in gewissen anderen Ländern. Ich habe nur selten Chilenen stundenweise beim Becher verbleiben gesehen. Man begnügt sich ein oder zwei Gläser schnell hinabzustürzen und wieder davon zu jagen, denn oft wird der Sattel bei solchen Gelegenheiten nicht verlassen. Überschreiten sie indessen einmal dieses Mass, so finden mitunter auch leicht blutige Händel Statt, und die jedesmalige Folge ist ein ganz wahnsinniges Jagen und Tummeln mit ihren Pferden, welches trotz der Gewandtheit der Reiter doch bisweilen üble Folgen hat. Man hat mir übrigens versichert, dass, selbst mit dem Messer geschlichtete Händel nur selten rachsüchtige Pläne für die Folge hervorriefen. Es mögen diese wenigen Züge genügen, den Charakter jenes Volkes zu schildern, so wie ich nämlich im Stande war ihn aufzufassen, und welchen ich in dankbarer Rückerinnerung an manche freudige Stunde im fernen Lande nur als einen guten bezeichnen kann.

Die Tracht der Chilenen in den Städten ist die europäische. Immer mehr und mehr verdrängen die aus den Hauptstädten Europas kommenden Moden die eigentliche Landestracht. Es ist dies an der ganzen Westküste der Fall. Die schöne Sitte der Frauen, lebende Blumen im Haar zu tragen, sonst auch in Chile allgemein, habe ich nur noch in Lima gefunden und selbst dort sehr bedingt. — Indessen wird von Leuten aus dem Volke und auf dem Lande noch häufig der Poncho getragen, und es bedienen sich desselben auch die Bewohner der Städte, wenn sie über Land reiten. Der Poncho ist eine oblonge Decke von Wollenzeug, welche einen Querschnitt hat, durch welchen der Kopf gesteckt wird. Er bildet keine malerische Tracht, ist aber ziemlich bequem. Neben dem Poncho mögen noch als ein Rest der früheren Nationaltracht die Strohhüte betrachtet werden, von welchen die feinen Sorten unter dem Namen Panamahüte bekannt sind und nach unseren Begriffen zu unglaublich hohen Preisen verkauft werden.

Was die Wohnungen anbelangt, so trifft man in Valparaiso gegenwärtig Häuser nach dem neuesten europäischen Geschmacke, dreistöckig und von Steinen gebaut, welche bis zum nächsten grösseren Erdbeben eine Zierde der Stadt sein werden. Der ursprüngliche Baustyl, in welchem die Städte aufgeführt wurden, war aber ohne Zweifel der von den Spaniern dorthin gebrachte, nach welchem Santjago und die meisten grösseren Städte der Westküste gebaut sind, und welcher nur je nach den Breitegraden mehr oder weniger modificirt worden ist. Er ist von allen Reisebeschreibern hinlänglich geschildert worden, so wie jene

Städte selbst. Die Wohnungen der Landleute bestehen im nördlichen Chile meist aus kleinen Häusern oder Hütten von Flechtwerk, welche mit Lehm bekleidet sind, und in welchen der Fussboden ebenfalls aus geschlagenem Lehm besteht. Das Dach der Hütten besteht aus Stroh, hier und da auch aus Palmblättern. Das Feuer wird meist in der Hütte selbst in einer Vertiefung des Bodens angezündet, und der Rauch sucht sich einen Ausweg durch das Dach, da die Hütte keine eigentliche Decke hat, bisweilen aber kocht man auch in einem etwas entfernten Schuppen. In Valdivia sind die Hütten meist von Holz construirt und haben ein gefälliges Ansehen. Vorsprünge an den Dächern, die sowohl in den nördlichen als südlichen Provinzen allenthalben angebracht sind, oder durch ein Flechtwerk von Laub ersetzt werden, ertheilen jenen ländlichen Wohnungen ein malerisches Ansehen, und es erinnern dieselben häufig an unsere Schweizerhäuschen.

Vielleicht schon zu lange für den eigentlichen Zweck dieser Abhandlung habe ich mich bei diesen Einzelheiten aufgehalten, und ich will daher nur noch mit wenigen und kurzen Zügen die Skizze zu vervollständigen suchen, welche ich von diesem Volke zu geben wünsche. Die schon oben erwähnte Indolenz der Chilenen lässt vermuthen, dass sie nicht gerne Beschwerlichkeiten ertragen werden, und es hält in der That schwer, einen Knecht zu bekommen, der den Reisenden eine Strecke weit zu Fuss begleitet. Einmal aber an Entbehrungen gewöhnt, oder gezwungen, sie zu bestehen, entwickelt der Chilene bedeutende Energie. Ich habe von glaubwürdigen Zeugen, welche den letzten Feldzügen beiwohnten, interessante Züge von der Ausdauer ganzer Truppencorps erzählen hören. Die schon oben erwähnte Mässigkeit im Trunke wiederholt sich auch im Genusse der Speisen. Gekochte Erbsen sind die Lieblingsspeise des Volkes. Englische Güterbesitzer wollten ihren Knechten statt derselben Fleisch verabreichen, ohne den Lohn zu kürzen, aber die Leute erklärten nach einigen Tagen, sie könnten bei Fleischkost nicht bestehen. Es ist indessen letztere nicht ganz ausgeschlossen, und auf Reisen führt der Chilene fast immer Charque (getrocknetes Ochsenfleisch) mit sich. Das unbedingte Vorwalten pflanzlicher Nahrung in den wärmeren nördlichen Gegenden Chile's selbst schon gegen Valdivia, bestätiget aufs Neue die Richtigkeit der Ansichten, die Liebig schon längst ausgesprochen hat.

Ich kann nicht umhin schlüsslich eines Gegenstandes zu erwähnen, welcher mir von Interesse erschien, und von dem es mich in Verwunderung setzt, dass er, meines Wissens wenigstens, noch von keinem Reisenden behandelt worden ist, welcher jene Gegenden besuchte. Er betrifft das im Lande selbst gefertigte Töpfergeschirr. Kochtöpfe sowohl, als Gefässe, welche man zum Aufbewahren verschiedener Nahrungsmittel, als Wassergeschirre und so weiter benützt, haben die vollkommenste Ähnlichkeit mit den Gefässen, welche man an verschiedenen Orten Deutschlands in den sogenannten keltischen (?) Gräbern findet. Ich habe in früherer Zeit selbst verschiedene solcher Gräber geöffnet, und das zwar mit der sonst häufig versäumten Vorsicht, dass jene alten Reste der Töpferkunst nicht zerstört wurden, und die Töpfe, welche ich von Chile noch vollständig neu und ungebraucht mitgebracht habe, sind jenen alten so ähnlich, dass man sie für absichtliche Nachbildung jener halten kann. Ich kann wenigstens vier Formen als vollkommen identisch bezeichnen. Die Reste von Töpfergeschirr, welche ich aus den Gräbern der Titicacaner genommen habe, entsprechen, soviel sich noch erkennen liess, ziemlich jenen Formen, stimmten im Material aber vollkommen mit jenen zusammen. Die Gefässe hingegen, welche in alt-peruanischen Gräbern gefunden werden, haben andere und gänzlich abweichende Formen. — Die wichtigste Frage ist nun freilich die, ob die Form dieses Töpfergeschirres von den Spaniern mit an die Westküste America's gebracht wurde, oder ob sie dasselbe schon bei den Ureinwohnern vorgefunden, und von jenen angenommen haben. Ich habe im Lande selbst trotz aller Mühe keine Aufklärung hierüber erhalten können, aber es wurden mir von einem Reisenden, der sich längere Zeit in Spanien aufhielt, und welcher sich namentlich mit archäologischen Studien beschäftiget, Zeichnungen von Töpfen zugeschickt, deren sich das Landvolk heut zu Tage bedient, und welche mit jenem chilenischen Töpfergeschirre nicht übereinstimmen. Die Ureinwohner,

welche noch von Panama an bis nach Californien gefunden werden, bedienen sich ganz gleichen Geschirres. Es wäre schon interessant, wenn man zur Zeit als die Spanier zuerst sich an der Westküste ansiedelten, im Mutterlande sich jener Form von Töpfergeräthschaften bedient hätte, welche jener erwähnten alten ganz gleich ist, unzweifelhaft aber von ungleich höherem Interesse, wenn dasselbe von den Spaniern in der neuen Welt schon angetroffen worden wäre. Die wichtigen Fragen, welche in ethnographischer Beziehung hieran geknüpft werden könnten, müssen natürlich hier unerörtert bleiben, aber ich habe nicht unterlassen können, auf diesen Gegenstand aufmerksam zu machen, selbst auf die Gefahr hin, vielleicht etwas mehr oder weniger Bekanntes zu wiederholen.

Die Bewohner Chile's, von welchen ich bisher gesprochen habe, können, wie ich schon erwähnte, eigentlich als reine Abkömmlinge der Spanier betrachtet werden, indem die mit Indianerinnen erzeugten Kinder ohne weitere Vorurtheile als Spanier betrachtet, und in den Sitten der Väter aufgezogen wurden. Es bewohnen indessen das chilenische Gebiet, oder richtiger, den auf der Karte als chilenisches Gebiet bezeichneten Landstrich auch noch Indianer, welche vielleicht einer der merkwürdigsten Völkerstämme sind, welche man mit diesem allgemeinen Namen bezeichnet hat. Es sind dies die Araukaner, welche im Süden von Chile, zwischen der Provinz Valdivia und Conception frei und unbezwungen einen Landstrich bewohnen, welcher von der Andeskette in westöstlicher Richtung sich bis an die See erstreckt und dessen Breite etwa zwei geographische Breitegrade beträgt. Ein Stamm dieser Indianer, die Cuncos, haben, bewogen durch frühere Uneinigkeiten mit den anderen Stämmen, sich theilweise von diesen getrennt, und wohnen gegenwärtig unter den Chilenen zerstreut in Valdivia. Ich habe keine Gelegenheit gehabt, das Land der Araukaner selbst zu bereisen, aber ich habe von höchst glaubwürdigen Zeugen ziemlich ausführliche Notizen über dieselben erhalten, und namentlich verdanke ich solche Herrn Professor Domeyko, einem der ersten Gelehrten Chile's, theils auch einer kleinen in Santjago erschienenen Schrift, theils mündlichen Mittheilungen.

Ich will in gedrängter Kürze einige derselben hier anführen, sowie das, was ich in Valdivia über dieselben erfahren habe, da über diese Indianer noch wenige sicher verbürgte Nachrichten vorliegen.

Der Grundcharakter jenes eigenthümlichen Volkes mag vielleicht am Besten durch die Geschichte desselben bezeichnet werden. Vor der ersten Entdeckung ihres Gebietes durch die Spanier bis auf den heutigen Tag, hat diese Nation ihre Selbstständigkeit nie verloren. In den blutigen Kämpfen mit den Spaniern ist sie stets Sieger geblieben, sie hat selten oder nie ihr Gebiet zu erweitern gesucht, aber mit einem Muthe, einer Energie und selbst mit einer Intelligenz vertheidigt, von der sich kein Beispiel bei einem anderen Indianer-Volke findet. Es scheint ein lange festgehaltener und noch heute bestehender Grundsatz jener Araukaner zu sein, welcher auch wohl gelegentlich von einzelnen Individuen ausgesprochen worden ist, von fremder Cultur nur eben so viel anzunehmen, als ihnen tauglich scheint, ihre Umstände zu verbessern, ohne jedoch in ihre ursprünglichen Gebräuche einzugreifen.

Die Geschichte der christlichen Missionen in diesem Lande gibt hievon den deutlichsten Beweis. — Die Spanier hatten gegen Ende des 16. Jahrhunderts in und um das Gebiet jenes Volkes Städte gegründet, Festungen angelegt und ihre Macht schien hinlänglich fest begründet. Allein plötzlich standen sämmtliche Araukaner unter dem Oberbefehle des Paillamacha auf, zerstörten sieben Festungen und Städte, tödteten die Männer und entführten die Frauen und Kinder, welche sie ihrem Volke vollkommen einverleibten. Durch jenes Ereigniss wurde ohne Zweifel die Race der Araukaner so modificirt, dass sie gegenwärtig dem europäischen Menschenschlage sehr nahe kommt, aber in den Sitten und Gebräuchen des Volkes selbst brachte sie keine Veränderung hervor.

Die Gesichtsfarbe der Araukaner ist braun, aber nicht rothbraun, wie die der anderen amerikanischen Indianer. Aber man trifft bisweilen Häuptlinge, welche fast weiss sind und beinahe vollkommen kaukasi-

schen Typus haben. — Das Gesicht ist etwas länglich, die grossen Augen sind schwarz, stolz und ausdrucksvoll und die Braunen gewölbt. Der Mund ist gut geformt, mit Ausnahme der Unterlippe, welche bisweilen etwas hervorsteht. Die Nase ist oft gebogen und selten so weit geöffnet, wie bei den mehr gegen Norden wohnenden Indianern; das tiefschwarze Haupthaar ist straff und nie gerollt oder kraus. Ihre Grösse mag ziemlich die der eingeborenen Chilenen sein. Die Nahrung der Indianer besteht ziemlich aus denselben Gegenständen, wie bei den Chilenen, doch wird bei allen Stämmen Pferdefleisch gegessen und bei einigen gar kein Ochsenfleisch. Wie bei den Chilenen sind alle Speisen scharf mit spanischem Pfeffer gewürzt. Das gewöhnliche geistige Getränk ist Apfelwein, Chicha de manzana, welcher von den Früchten der wild in grosser Anzahl wachsenden Apfelbäume bereitet wird. Die Araukaner treiben Ackerbau und Viehzucht und einzelne reichere so wie manche Häuptlinge besitzen mehrere Hunderte von Pferden und Rindvieh. Ihre Kleidung ist der bei allen Indianern der Westküste, so wie bei den Chilenen allgemein eingeführte Poncho. Kurze Beinkleider und Strümpfe, die aber beim Knöchel abgeschnitten sind, so dass die Sporen oft am blossen Fusse getragen werden. Die Männer tragen einen spitzen Filzhut, oder vielmehr eine Mütze, da meist der Rand fehlt. Die Frauen tragen ein langes Kleid oder eigentlich eine Art Mantel in der Mitte des Leibes durch einen Gürtel fest gehalten und durch eine silberne Nadel von ungeheurer Grösse auf der linken Schulter zusammengehalten. Die Frauen weben und färben die Wollenzeuge selbst, wie solches auch in Chile von den Landbewohnern geschieht, und diese Farben sind ungewöhnlich dauerhaft. Auch die silberne Nadel, so wie anderer Schmuck, die Sporen und dergleichen werden von den Indianern selbst verfertiget.

Ihre Wohnungen sind den schon beschriebenen der Chilenen im Süden sehr ähnlich, von Holz construirt, und liegen in Mitte der bebauten Grundstücke, so dass ein Dorf stets einen weiten Raum einnimmt.

Alle diejenigen, welche mit den Araukanen in näherem Verkehr gewesen sind, stimmen darin überein, dass trotz eines eigenthümlichen Stolzes und einer gewissen ihnen eigenen Hartnäckigkeit dennoch zur Friedenszeit der Fremde freundlich und gastfrei aufgenommen wird, dass aber zur Zeit des Krieges sich alle menschlichen Leidenschaften mit der ungezähmtesten Heftigkeit bei ihnen entwickeln und sie zu gefährlichen und schonungslosen Feinden machen. Ihre Überfälle geschehen meist des Nachts, plötzlich und unverhofft, und mit jener List und Schlauheit ausgeführt, die fast alle wilden Völker bezeichnet.

Sie sitzen dann nackt und mit bemalten Gesichtern auf ihren wilden Pferden; ihre Haare flattern im Winde und sie werfen sich, ohne Rücksicht auf Tod und Wunden zu nehmen, mit einem thierähnlichen Wuthgebrüll auf ihren Feind. Die furchtbarste Waffe der Araukaner ist ihre Lanze, und es steht dieselbe bei den Chilenen in grossem Respecte, wie ich allenthalben Gelegenheit hatte wahrzunehmen. Diese Lanze ist an 20 Fuss lang und aus dem leichten und biegsamen Stengel der Coligue gefertiget. Der gegen den Feind anrennende Indianer erhält das dünne Ende derselben in fortwährend vibrirender Bewegung, so dass ein Pariren des Stosses fast unmöglich ist, während er selbst trotzdem mit ausserordentlicher Sicherheit zu treffen weiss. Häufig aber wird die Lanze so geführt, dass der auf seinen Gegner ansprengende Indianer die vordere Hälfte seiner Waffe, ohne sie aus der Hand zu lassen, auf die Erde schleudert und mit der wieder aufwärts schnellenden Spitze im Ricochet den Feind durchbohrt. Wenn man hiezu bedenkt, dass jeder einzelne Indianer von früher Jugend an bereits alle jene Fertigkeiten besitzt, welche bei uns nur die gewandtesten Kunstreiter zu entwickeln pflegen, so ergibt sich von selbst, dass sie wirklich die gefährlichsten Feinde sind. — Ich will nur noch etliche Worte beifügen über die Religion und die staatliche Form der Araukaner und schlüsslich einige Gebräuche beifügen, welche für jenes eigenthümliche Volk vielleicht einigermassen bezeichnend sind. Schon in den frühesten Zeiten glaubten die Araukaner an das Bestehen höherer Wesen und an eine Unsterblichkeit der Seele, und den Berichten der Missionäre zufolge hat dieser Glaube sich bis auf den heutigen Tag unverändert erhalten. Sie nennen den guten Geist Pillan, den bösen

Cuecuban, und das Gute und Böse, was sich ereignet, schreiben sie diesen beiden Mächten zu. Den ersten Tropfen des Getränkes, welches bei öffentlichen Versammlungen genossen wird, sowie die ersten Tropfen der bei solchen Gelegenheiten geschlachteten Thiere sind dem guten Geiste geweiht, und im Falle von Krankheit oder anderen Unglücksfällen suchen sie durch Anrufungen den Zorn des bösen Wesens zu versöhnen. Derselbe, oder ein sehr ähnlicher Glaube findet sich fast bei allen mehr oder weniger uncultivirten Völkerstämmen. Das Eigenthümliche und Bezeichnende für die Araukaner besteht aber darin, dass mit Ausnahme jener Libationen keinerlei Art von Cultus bei ihnen stattfindet. Sie haben keine Götzenbilder, keine Tempel oder etwas Stellvertretendes und keine Priester. Ich glaube, dass dieser Fall bei einem Volke, das wie die Araukaner keineswegs auf einer ganz niederen Stufe der Cultur steht, ziemlich isolirt dasteht, und die christlichen Missionäre bestätigen in neuester Zeit alles Dasjenige, was schon Molina hierüber ausgesprochen hat. Meine ausgesprochene Vermuthung, dass die Häuptlinge eine Art Priesteramt verwalteten, wurde von allen Sachkundigen auf das Bestimmteste widersprochen.

Das Benehmen der Araukaner gegen die Missionäre ist durchschnittlich ein gutes zu nennen, es scheint aber als ob die christliche Religion nicht eben besondere Fortschritte mache. Man findet an einigen Orten Kreuze aufgerichtet, und das zwar weiter in ihrem Gebiete, aber sie betrachten dieselben mehr als geschichtliche Denkmäler mit den Spaniern geschlossener Verträge, wie als heilige Symbole, hie und da lässt sich wohl einer taufen, allein es scheint als lege man wenigstens von ihrer Seite keine besondere Wichtigkeit auf ein solches Bekenntniss, und es habe die theilweise Begünstigung der Missionen mehr den Zweck, sich von fremden Lüsten und Wissen eben das anzueignen, was ihm tauglich und zweckmässig erscheint.

So verlangten vor einiger Zeit die Araukaner die Herstellung einer Mission, welche in der Revolution verwüstet und durch das Erdbeben im Jahre 1835 vollends zerstört wurde. Die anfänglich uneinigen Stämme einigten sich durch das Loos, welches für die Mission entschied. Es wurde jetzt einstimmig beschlossen, dass das Kloster gebaut, aber eben so mit Bestimmtheit verlangt, dass nicht ein einziger chilenischer Arbeiter bei dem Baue desselben beschäftiget werden solle. Ein einziger Mann zur Verfertigung der Backsteine und Ziegel wurde dem Geistlichen zugestanden, und unter Leitung dieser beiden erbauten die Araukaner die Mission. Auf der einen Seite mag es sein, dass mehrere Häuptlinge sich taufen lassen, um von der chilenischen Regierung einen gewissen Sold zu beziehen, welchen sie an getaufte Häuptlinge austheilt, indem man ihnen gesagt hat, sie seien Generale der Republik, wenn gleich dieser Sold einem Tribute sehr ähnlich sieht, der gegeben wird, um sie in guter Stimmung zu erhalten. Auf der anderen Seite steht die unter den Indianern eingeführte Vielweiberei vielleicht der weiteren Verbreitung des Christenthums entgegen. Ich bemerke bei dieser Gelegenheit, dass sich die Indianer eine ihren Vermögensumständen entsprechende Anzahl Weiber kaufen, welche indessen fast ganz wie Sclavinnen behandelt werden. Es werden die Weiber von den Eltern, das heisst vom Vater gekauft, und wenn sie sterben muss dem Vater oder den nächsten Verwandten noch eine eigene Entschädigung gezahlt werden, welche sich steigert, wenn die Frau in Folge einer Misshandlung von Seite des Mannes gestorben ist.

Die staatliche Einrichtung der Araukaner ist eine modificirt aristokratische zu nennen. Sie stehen dorfschaftenweise unter einzelnen Häuptlingen, so dass manche der letzteren bisweilen über grössere Gebiete herrschen, einzelne aber auch nur über 10 bis 12 Familien. Bei besonderen Gelegenheiten werden Volksversammlungen abgehalten, bei welchen die mächtigeren Häuptlinge meist den Ausschlag geben. Zur Friedenszeit scheint man den Befehlen der Häuptlinge nicht immer sehr genaue Folge zu leisten. Zur Kriegszeit indessen, und wenn ein feindlicher Überfall droht, sind sie fast stets einig, und versammeln sich, durch Feuerzeichen gerufen, schnell auf schon vorher bestimmten Sammelplätzen. Die Häuptlings-

würde ist erblich, es trifft sich aber nicht selten, dass Indianer, welche sich ein bedeutendes Vermögen erworben haben, ebenfalls zu dieser Würde gelangen. Wie ich schon erwähnte, hat in neuerer Zeit die chilenische Regierung mehrere der araukanischen Häuptlinge mit dem Generalstitel begabt, und reicht ihnen einen grossen Sold. Diese Massregel hat man ohne Zweifel getroffen, um eine friedliche Gesinnung unter denselben zu erhalten, und vielleicht mit der Zeit die Cultur ins Innere des Landes zu bringen und die Zeit wird lehren, ob die Cultivirung und Ausrottung jenes Stammes gelingen wird.

Unter den Gebräuchen, welche bei den Araukanen stattfinden, zeichnen sich besonders zwei aus. Der erstere, der Empfang eines Reisenden, durch seine umständliche Förmlichkeit, während der andere, die Begräbnissceremonien beim Tode eines angesehenen Mannes, unendlich viel Barbarisches hat. Kein Fremder, ja selbst kein naher Verwandter des Hauses darf sogleich dicht an das Haus reiten oder dasselbe gar betreten. Es sind einige Pfähle an der Grenze des Hofraumes angebracht, an welchem man hält und ruft, oder den Dollmetscher rufen lässt, der überhaupt, wenn der Reisende der indianischen Sprache nicht mächtig ist, die ganze fernere Verhandlung führt. Der Reisende gibt hierauf an, was für Geschäfte er hat, woher er kömmt, wohin er geht und dann tritt der Hausherr hinzu, reicht ihm die Hand und ersucht ihn vom Pferde zu steigen. Dies geschieht auf die förmlichste Weise, fast schweigend und bloss durch Zeichen. Hierauf beginnt ein höchst umständlicher und über eine halbe Stunde dauernder Austausch von Höflichkeiten. Der Hausherr fragt, wie sich der Gast befindet, welche Reise er gehabt hat, dann nach dem Wohlbefinden sämmtlicher Anverwandten im entferntesten Gliede, mag er sie kennen oder nicht. Endlich fügt man die Frage nach dem guten Stande der durchreisten Ortschaften bei, nach Heerden, Feldern, kurz nach allem Erdenklichen. Der Fremde beantwortet und gibt im ähnlichen Sinne Fragen zurück in der weitläufigsten Form nach allen Genossen des Hauses, deren Anverwandten, Nachbarn und Nachbarsnachbarn. Beide Sermone sind mit fortwährenden Wünschen begleitet, dass Alles im besten Stande sein möge, und wieder in einem eigenthümlichen näselnden Tone hervorgebracht. Nach Beendigung dieser Ceremonien nähert sich der Hausherr dem Fremden, umarmt ihn, indem er sein Haupt abwechselnd über die rechte und linke Schulter des Gastes legt. Hierauf beginnt das Mahl, zu dem schon während der Begrüssungen alle Vorbereitungen getroffen worden sind, und bei welchem es selbst nach europäischen Begriffen sehr anständig zugeht. Wenn hingegen ein Häuptling stirbt, so besteht die barbarische Sitte, denselben in Canoe oder eine Matte zu legen, ihn in dem Hause ohnweit des Feuerheerdes aufzuhängen und dort so lange hängen zu lassen bis die Vorbereitungen zum Todtenmahle vollendet sind, welches bisweilen zwei bis drei Monate dauert. Die hinterlassenen Anverwandten wohnen und schlafen mittlerweile im Hause und in Anwesenheit des faulenden Cadavers. Bei der endlichen Beerdigung erhält der Todte alle seine liebsten Geräthschaften mit ins Grab, und der Leichenschmaus, begleitet von einem fortwährenden Trinkgelage dauert oft ununterbrochen drei Tage, indem nicht selten mehrere Hunderte von Indianern sich zu demselben versammelt haben.

Ein Stamm der Araukaner, die Cuncos, trennten sich schon zu Ende des vorigen Jahrhunderts in Folge von Streitigkeiten von ihren Landsleuten und leben zerstreut in der Provinz Valdivia unter den Chilenen, welchen sie indessen an Zahl wohl um das Doppelte überlegen sind. Sie sind fast meist getauft und haben sich nicht selten mit der spanischen Bevölkerung durch Heirathen gemischt. Indessen ist ihre Race jener ihres Stammvolkes sehr ähnlich, wenn sie auch theilweise die Sitten der Spanier oder Chilenen angenommen haben. Ich habe den Schädel eines Cunco gebracht; er ist kaum von der kaukasischen Race zu unterscheiden. Diese Indianer, mit welchen ich öfters verkehrt habe, besitzen noch manche Eigenthümlichkeiten ihres Stammes, sind aber im Ganzen friedlich und arbeitsam und verdingen sich häufig als Knechte zu den Chilenen. Der Poncho, die kurzen Beinkleider und die spitze Mütze sind ihre gewöhnliche Tracht, aber

mehr und mehr nehmen sie die Sitte der chilenischen Bevölkerung an. In demselben Masse aber scheint auch ihre Zahl selbst abzunehmen, und es scheint, dass auch sie dem Loose entgegengehen, welches noch keinen wilden Stamm verschont hat, der nach europäischer Art und Weise cultivirt worden ist.

Von fremden Nationen, welche sich in Chile überhaupt aufhalten, sind vorzugsweise Deutsche, Franzosen und Engländer zu beachten. Es darf vielleicht als eine Eigenthümlichkeit jenes Landes angesehen werden, dass dort der Nationalcharakter der Europäer sich nicht so leicht verwischt, als an anderen Orten, welches ohne Zweifel den klimatischen Einflüssen zuzuschreiben ist. Im Übrigen sind die Deutschen in Chile die am meisten geachtete Nation, ganz vorzugsweise von der Regierung begünstigt, und es kann dies verbürgt und mit unzähligen Beweisen belegt werden.

Zu den Abbildungen.

Tafel IV.

Fig. 1. Wahrscheinliche Neubildung an der Küste ohnweit Valparaiso, auf Granit gelagert. Sandsteinartig, geschichtet. *a* die Neubildung, *b* Granit, *c* die See.

Fig. 2. Anameritgang im Granit in einer Schlucht ohnweit Valparaiso.

Fig. 3. Sand- und Geröll-Ablagerungen um Cerro blanco bei Santjago. Dem Trachyte, aus welchem der Hügel besteht, ist unmittelbar Sand aufgelagert, dann folgt grobes Geröll und endlich wieder Sand. *a* Sand, *b* Gerölle.

Fig. 4. Granit, wahrscheinlich als Fragment emporgehoben, in Dolerit. — Hohe Cordillera.

Tafel V.

Aussicht von den Höhen hinter Valparaiso gegen die Andeskette. Das Flachland, den Vordergrund und Mittelgrund bildend, in Mitte der Skizze und gegen Links, ziemlich zusammengezogen, breitet sich gegen Rechts etwa 6 bis 8 Stunden weit aus, wo die lehmige sonnenverbrannte Fläche von einzelnen Fruchtfeldern, und endlich von einer bewaldeten Bergkette unterbrochen wird, welche von Nord nach Süd verläuft. Im Hintergrunde die schneebedeckten Gipfel der Anden.

Tafel VI.

Bergschlucht auf der hohen Cordillera, geschlossen durch einen doleritischen Kegelberg.

Tafel VII.

Fernsicht von der hohen Cordillera über das Flachland von Chile bis zur Küsten-Cordillera.
Links im Vordergrunde eine Moräne. Im Mittelgrunde höhere schneebedeckte Berge. Rechts, in einer Entfernung von etwa 15 Stunden Santjago und einzelne kegelförmig empor geschobene Hügel. Ein kleiner Gebirgszug, der theilweise auf Taf. V im Mittelgrunde, verlaufend von Nord nach Süd, angegeben, und hinter demselben die Küsten-Cordillera schliessend.

Tafel VIII.

Die Bay von Corral. In Mitte des Bildes ergiesst sich der Valdivia-Fluss in die Bay, im Hintergrunde der mit wenigem Schnee bedeckte Gipfel des Villanica in fast 60 Stunden Entfernung. Rechts im Vordergrunde: Anfang der Sanct Johns Bay. —

ÜBER DIE BEZIEHUNGEN,

WELCHE

ZWISCHEN DEN WURZELN IRREDUCTIBELER GLEICHUNGEN

STATTFINDEN,

INSBESONDERE WENN DER GRAD DERSELBEN EINE PRIMZAHL IST.

VON THEODOR SCHÖNEMANN,

MATHEMATICUS AM GYMNASIUM ZU BRANDENBURG A. H.

(GELESEN IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM XIX. APRIL MDCCCLII.)

Ungefähr zwei Jahre, nachdem meine Abhandlung: „Grundzüge einer allgemeinen Theorie der höheren Congruenzen etc." (Crelle's Journal, Bd. 31) erschienen war, machte mich der leider zu früh verstorbene Professor Jacobi darauf aufmerksam, dass der Hauptsatz jener Abhandlung bereits von Galois aufgezeichnet sei in der Abhandlung: *Sur la théorie des nombres*, Seite 14 der von J. Liouville herausgegebenen „*Oeuvres mathématiques d'Evariste Galois.*" *(Extrait du Journal de Mathématiques pures et appliquées, tome XI, 1846)*, und forderte mich zugleich auf, den Principien der algebraischen Untersuchungen von Galois nachzuforschen. Die Dunkelheit dieser Schriften, die mir bis dahin gänzlich unbekannt gewesen waren, bewirkten es, dass ich leider erst nach dem Tode des Prof. Jacobi zu einem Einblick in diese einfachen und tiefen Sätze der höheren Algebra gelangte. Es geschah dies bei dem Beweise eines Satzes, der mir durch gewisse Eigenthümlichkeiten der höheren Congruenzen zu einem hohen Grade der Wahrscheinlichkeit erhoben war. Dieser Satz heisst: Zwischen den Wurzeln einer irreductibelen Gleichung, deren Grad eine Primzahl ist, kann keine Gleichung des ersten Grades mit rationalen Coëfficienten stattfinden, ausser der bekannten, dass die Summe der Wurzeln gleich dem negativen ersten Coëfficienten der irreductibelen Gleichung ist. Indem ich nun in den folgenden Blättern den strengen Beweis dieses Satzes mittheile, habe ich vorzüglich die Absicht, die Principien, von welchen Galois in seinem berühmten, aber bis jetzt noch nicht aufgeklärten *Mémoire sur les conditions de résolubilité des équations par radicaux* (S. 33 der *Oeuvres mathématiques*) ausging, ohne sie vollständig auszusprechen, in ein klares Licht zu stellen. Ich bemerke sogleich, dass der Satz des §. 1 von Abel herrührt, ebenso der Satz des §. 4, der zugehörige Beweis aber von Galois. Der Satz des §. 6 ist von Galois zwar mehrfach angewendet, aber weder hervorgehoben noch bewiesen worden; eben so verhält es sich mit dem Satze des §. 11.

Auf die übrigen Sätze und Beweise glaube ich einen gerechten Anspruch zu haben, obgleich es höchst wahrscheinlich ist, dass Galois dieselben gekannt und angewendet hat.

§. 1. **Erklärung und Lehrsatz.** Bedeutet fx irgend eine ganze Function von x, welche sich nicht in der Art in zwei Factoren von niedrigerem Grade zerfällen lässt, dass die Coëfficienten dieser Factoren wieder rationale Functionen der Coëfficienten von fx sind, so heisst fx ein irreductibeler Ausdruck von x.

Wenn fx ein irreductibeler Ausdruck von x ist, so kann derselbe mit keinem anderen Ausdrucke $f_1 x$, dessen Coëfficienten ebenfalls rationale Functionen der Coëfficienten von fx sind, eine Wurzel gemeinschaftlich haben, ohne dass $f_1 x$ durch fx ohne Rest theilbar sei.

Beweis. Bestimmt man nach den gewöhnlichen Methoden den grössten gemeinschaftlichen Theiler zwischen fx und $f_1 x$, so ist dieser offenbar ebenfalls ein Ausdruck von x, dessen Coëfficienten rationale Functionen der Coëfficienten von fx sind. Wäre dieser Theiler nun nicht fx selbst, so wäre er von niedrigerem Grade als fx und mindestens vom ersten Grade. Demnach müsste also fx einen solchen Factor haben, was gegen die Voraussetzung ist.

§. 2. **Erklärung und Lehrsatz.** Sind $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n$ die Wurzeln des irreductibelen Ausdruckes fx, und bedeutet φx eine rationale Function von x, und den Coëfficienten von fx, so soll der Ausdruck

$$(x - \varphi\alpha_1)\,(x - \varphi\alpha_2)\ldots(x - \varphi\alpha_n)$$

der transformirte Ausdruck von fx heissen, und durch $f_\varphi x$ bezeichnet werden.

Der transformirte Ausdruck ist entweder selbst irreductibel, oder die Potenz eines irreductibelen Ausdruckes.

Beweis. Gesetzt $f_\varphi x$ sei $(ax)^m\, qx$, wo ax und qx rationale Ausdrücke von x und den Coëfficienten von fx bedeuten, und m eine ganze Zahl ist, ferner ax irreductibel und kein Factor von qx ist, so ist auch:

$$f_\varphi(\varphi x) = (\varphi x - \varphi\alpha_1)\,(\varphi x - \varphi\alpha_2)\ldots(\varphi x - \varphi\alpha_n) = [a(\varphi x)]^m\, q\,(\varphi x)$$

und es muss daher entweder $a(\varphi\alpha_1) = 0$ oder $q(\varphi\alpha_1) = 0$ sein, mithin entweder $a(\varphi x) = fx\,.\,q_1 x$ oder $q(\varphi x) = fx\,.\,q_2 x$ sein, wo qx und $q_1 x$ ebenfalls ganze rationale Functionen von x sind. Im ersten Falle würde

$$a\,(\varphi\alpha_1) = a\,(\varphi\alpha_2) = \ldots a\,(\varphi\alpha_n) = 0,$$

im anderen Falle

$$q\,(\varphi\alpha_1) = q\,(\varphi\alpha_2) = \ldots q\,(\varphi\alpha_n) = 0 \text{ sein.}$$

Setzt man nun statt φx, z, so erhält man

$$(z - \varphi\alpha_1)\,(z - \varphi\alpha_2)\ldots(z - \varphi\alpha_n) = (az)^m\, q\,z$$

und es müssten für den ersten Fall die Wurzeln von

$$qz = \frac{(z - \varphi\alpha_1)\,(z - \varphi\alpha_2)\ldots(z - \varphi\alpha_n)}{(az)^m},$$

und für den zweiten Fall die Wurzeln von

$$(az)^m = \frac{(z - \varphi\alpha_1)\,(z - \varphi\alpha_2)\ldots(z - \varphi\alpha_n)}{qz}$$

mit gewissen Werthen von $\varphi\alpha_1, \varphi\alpha_2, \ldots \varphi\alpha_n$ zusammen fallen; daher müsste für den ersten Fall $q\,(\varphi\alpha\,) = 0$, und für den zweiten $a\,(\varphi\alpha_\nu) = 0$ werden, wo ν einen der Indices $1, 2, \ldots n$

bedeutet. Daher müsste aber auch für den ersten Fall $q(\varphi x)$ und für den zweiten Fall $a(\varphi x)$ durch fx ohne Rest theilbar sein (§. 1). Mithin müssten in beiden Fällen $q(\varphi x)$ und $a(\varphi x)$ durch fx ohne Rest theilbar sein. Setzt man nun $a(\varphi x) = fx . q_1 x$ und $q(\varphi x) = fx . q_2 x$, so muss sowohl $a(\varphi \alpha_1)$ als auch $q(\varphi \alpha_1) = 0$ sein. Mithin haben die Ausdrücke ax und qx die Wurzel $\varphi \alpha_1$ gemeinschaftlich, und es müsste sich daher qx ohne Rest durch ax theilen lassen. Da dies gegen die Voraussetzung ist, so kann gar kein qx existiren, und fx ist $= (ax)^m$.

§. 3. **Lehrsatz.** Ist fx irgend ein Ausdruck vom Grade n, dessen Coëfficienten rationale Zahlen sind (irreductibel oder nicht), und der nicht zwei gleiche Wurzeln hat, so kann man stets eine unendliche Menge von Primzahlen so bestimmen, dass, wenn man eine von ihnen mit p, und die Wurzeln von fx mit $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n$ bezeichnet, der Ausdruck

$$\alpha_1 + p\alpha_2 + p^2\alpha_3 + \ldots + p^{n-1}\alpha^n$$

einen andern Werth annehme, wenn man die Ordnung der Werthe $\alpha_1, \alpha_2 \ldots \alpha_n$ ändert, so dass also jener Ausdruck durch sämmtliche mögliche Permutationen $1, 2, 3, \ldots n$ oder $n!$ verschiedene Werthe annehmen muss.

Beweis. Wir werden zunächst annehmen, dass wenn

$$fx = a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + a_2 x^{n-2} + \ldots + a_n$$

gesetzt wird, $a_0 = 1$ und die übrigen Coëfficienten $a_1, a_2, \ldots a_n$ ganze Zahlen sind. Bildet man nun einen Ausdruck $\Pi(x)$ dessen Wurzeln die Differenzen je zweier Wurzeln von fx sind, so ist

$$\begin{aligned}\Pi(x) = &\big(x-(\alpha_1-\alpha_2)\big)\big(x-(\alpha_1-\alpha_3)\big)\ldots\big(x-(\alpha_1-\alpha_n)\big)\cdot\\ &\big(x-(\alpha_2-\alpha_1)\big)\big(x-(\alpha_2-\alpha_4)\big)\ldots\big(x-(\alpha_2-\alpha_n)\big)\cdot\\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\ &\big(x-(\alpha_{n-1}-\alpha_1)\big)\big(x-(\alpha_n-\alpha_2)\big)\ldots\big(x-(\alpha_n-\alpha_{n-1})\big),\end{aligned}$$

und die Coëfficienten von $\Pi(x)$ müssen symmetrische Functionen der Wurzeln $\alpha_1, \alpha_2 \ldots \alpha_n$, mithin wieder ganze Zahlen sein. Setzt man nun voraus, p sei eine Primzahl, die nicht in den letzten Coëfficienten von $\Pi(x)$ oder in

$$(\alpha_1-\alpha_2)^2(\alpha_1-\alpha_3)^2\ldots(\alpha_1-\alpha_n)^2(\alpha_2-\alpha_3)^2(\alpha_2-\alpha_4)^2\ldots(\alpha_{n-1}-\alpha_n)^2$$

aufgeht, so genügt sie der eben aufgestellten Bedingung.

Gesetzt nämlich irgend zwei Ausdrücke der obigen Art,

$$\alpha_1 + p\alpha_2 + p^2\alpha_3 + \ldots + p^{n-1}\alpha_n \quad \text{und} \quad p^{\mu_0}\alpha_1 + p^{\mu_1}\alpha_2 + p^{\mu_2}\alpha_3 + p^{\mu_{n-1}}\alpha_n,$$

wo $\mu_0, \mu_1 \ldots \mu_{n-1}$ die Zahlen $0, 1, 2, \ldots n-1$ in irgend einer Folge nur nicht in der eben hingeschriebenen bedeuten, wären gleich, so wäre die Differenz derselben 0, und man erhielte:

$$\alpha_1(1-p^{\mu_0}) + \alpha_2(p-p^{\mu_1}) + \ldots \alpha_n(p^{n-1}-p^{\mu_{n-1}}) = 0.$$

Setzt man nun zunächst voraus, μ_0 wäre nicht 0 sondern μ_m, so wäre:

$$\alpha_1 - \alpha_{m+1} = \alpha_1 p^{\mu_0} - \alpha_2(p-p^{\mu_1}) - \alpha_3(p^2-p^{\mu_2}) \ldots - \alpha_n(p^{n-1}-p^{\mu_{n-1}}) - \alpha_{m+1}\cdot p^m,$$

wo aber in der Reihe der Ausdrücke

$$-\alpha_2(p-p^{\mu_1}) - \alpha_3(p^2-p^{\mu_2}) \ldots - \alpha_n(p^{n-1}-p^{\mu_{n-1}})$$ der Ausdruck $-\alpha_{m+1}(p^m - p^{\mu_m})$

t

fehlt. Setzen wir die rechte Seite jener Gleichung $pk\,(\alpha_1\,\alpha_2\,.\,.\,.\,\alpha_n)$, wo $k\,(\alpha_1\,\alpha_2\,.\,.\,.\,\alpha_n)$ eine ganze ganzzahlige Function von den Werthen $\alpha_1\,\alpha_2\,.\,.\,.\,\alpha_n$ bedeutet, so erhalten wir die Gleichung

$$\alpha_1 - \alpha_{m+1} = pk\,(\alpha_1\,\alpha_2\,.\,.\,.\,\alpha_n).$$

Entwickelt man nun die Gleichung für $pk\,(\alpha_1\,\alpha_2\,.\,.\,.\,\alpha_n)$, indem man $\alpha_1,\ \alpha_2\,.\,.\,.\,\alpha_n$ allen möglichen Permutationen unterzieht, und jeden sich ergebenden Werth als eine Wurzel derselben ansieht, so wird diese von der Form:

$$\left[x - p\,k\,(\alpha_1\,\alpha_2\,.\,.\,.\,\alpha_{n-1}\,\alpha_n)\right]\left[x - p\,k\,(\alpha_1\,\alpha_2\,.\,.\,.\,\alpha_n\,\alpha_{n-1})\right]\,.\,.\,.\,\left[x - p\,k\,(\alpha_n\,\alpha_{n-1}\,.\,.\,.\,\alpha_2\,\alpha_1)\right]$$
$$= x^P + pZ_1x^{P-1} + p^2 Z_2 x^{P-2} + \,.\,.\,.\, p^P Z_P = 0$$

sein, wo P eine ganze Zahl ist, und $Z_1,\ Z_2,\,.\,.\,.\,Z_P$ als symmetrische Functionen von $\alpha_1\,\alpha_2\,.\,.\,.\,\alpha_n$ ebenfalls ganze Zahlen sein müssen. Diese Gleichung müsste mit $\Pi(x) = 0$ die Wurzel $\alpha_1 - \alpha_{m+1}$ gemeinschaftlich haben. Es müsste mithin das Product:

$$\begin{aligned}&\left[(\alpha_1 - \alpha_2)^P + p\,Z_1\,(\alpha_1 - \alpha_2)^{P-1} + \,.\,.\,.\, + p^P\,Z_P\right]\times\\&\left[(\alpha_1 - \alpha_3)^P + p\,Z_1\,(\alpha_1 - \alpha_3)^{P-1} + \,.\,.\,.\, + p^P\,Z_P\right]\times\\&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\&\left[(\alpha_n - \alpha_{n-1})^P + p\,Z_1\,(\alpha_n - \alpha_{n-1}) \quad + \,.\,.\,.\, + p^P\,Z_P\right] = 0 \text{ sein.}\end{aligned}$$

Hiernach müsste aber:

$$\begin{aligned}&(\alpha_1 - \alpha_2)^P\,(\alpha_1 - \alpha_3)^P\,.\,.\,.\,(\alpha_1 - \alpha_n)^P\times\\&(\alpha_2 - \alpha_1)^P\,(\alpha_2 - \alpha_3)^P\,.\,.\,.\,(\alpha_2 - \alpha_n)^P\times\\&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\&(\alpha_{n-1} - \alpha_1)^P\,(\alpha_n - \alpha_2)^P\,.\,.\,.\,(\alpha_n - \alpha_{n-1})^P\end{aligned}$$

durch p aufgehen, was nicht möglich ist, da nach der Voraussetzung die p^{te} Wurzel dieses Ausdruckes nicht durch p aufgeht, obschon sie eine ganze Zahl ist.

Ist nun aber $\mu_0 = 0$, $\mu_1 = 1$, $\mu_2 = 2$ etc. und endlich μ_m die erste Zahl die nicht mit m übereinstimmt, und wäre nun

$$\alpha_1 + p\,\alpha_2 + p^2\alpha_3 + \,.\,.\,.\, p^{n-1}\alpha_n = p^{\mu_0}\,\alpha_1 + p^{\mu_1}\,\alpha_2 + p^{\mu_2}\alpha_3 + \,.\,.\,.\, p^{\mu_{n-1}}\,\alpha_n,$$

so erhält man durch Subtraction und Division mit p^m die Gleichung:

$$\alpha_{m+1} - \alpha_{m_1+1} = (p^{\mu_m - m}\alpha_{m+1} + p^{\mu_{m+1} - m}\alpha_{m+2} + \,.\,.\,.\, p^{\mu_{n-1} - m}\alpha_n) - (p\,\alpha_{m+2} + p^2\alpha_{m+3} + \,.\,.\,.\, + p^{n-1-m}\alpha_n)$$

wo aber aus der Reihe der Ausdrücke

$$p^{\mu_m - m}\alpha_{m+1} + p^{\mu_{m+1} - m}\alpha_{m+2} + \,.\,.\,.\, p^{\mu_{n-1} - m}\alpha \text{ der Ausdruck } p^{\mu_{m_1} - m}\alpha_{\mu_1+1}$$

hinwegzulassen ist. Aber alle Exponenten $\mu_m - m$, $\mu_{m+1} - m$, $\mu_{n-1} - m$ müssen, wenn man eben $\mu_{m_1} - m$ aus ihnen fortlässt, grösser wie 1 sein, und daher lässt sich wie vorher

$$\alpha_{m+1} - \alpha_{m_1+1} = p\,k\,(\alpha_{m+1}\,\alpha_{m+2}\,.\,.\,.\,\alpha_n)$$

setzen, und der Beweis wie oben zu Ende führen.

Sollten unter den Coëfficienten von fx Brüche vorkommen, so setze man

$$fx = x^n + \frac{a_1}{a_0}x^{n-1} + \frac{a_2}{a_0}x^{n-2} + \,.\,.\,.\, + \frac{a_n}{a_0}$$

und bestimme $a_0, a_1, \ldots a_n$ als ganze Zahlen, so erhält man

$$a_0^n f\left(\frac{y}{a_0}\right) = y^n + a_1 y^{n-1} + a_2 a_0 y^{n-2} + a_3 a_0^2 y^{n-3} + \ldots + a_n a_0^{n-1}.$$

Sind nun die Wurzeln von fx nämlich $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n$ sämmtlich unter sich verschieden, so sind auch die Wurzeln von

$$y^n + a_1 y^{n-1} + \ldots + a_n a_0^{n-1}$$

unter sich verschieden, weil diese $a_0 \alpha_1, a_0 \alpha_2, \ldots a_0 \alpha_n$ sind. Bestimmt man nun aber p so, dass sämmtliche Werthe, die sich aus dem Ausdruck

$$a_0 \alpha_1 + p a_0 \alpha_2 + \ldots p^{n-1} a_0 \alpha_{n-1}$$

durch Permutation der Grössen $a_0 \alpha_1, a_0 \alpha_2, \ldots a_0 \alpha_{n-1}$ ergeben, verschieden werden, so muss dasselbe auch von den Ausdrücken gelten, die aus

$$\alpha_1 + p \alpha_2 + p^2 \alpha_3 + \ldots + p^{n-1} \alpha_n$$

durch Permutation von $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n$ hervorgehen.

§. 4. Lehrsatz. Haben $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \ldots \alpha_n$ und p die ihnen im vorigen §. ertheilte Bedeutung, so kann man durch jeden Werth von der Form

$$\alpha_{\mu_1} + p \alpha_{\mu_2} + p^2 \alpha_{\mu_3} + \ldots + p^{n-1} \alpha_{\mu_n}$$

wo $\mu_1, \mu_2, \ldots \mu_n$ die Zahlen $1, 2, \ldots n$ in irgend welcher Ordnung bedeuten, jeden der Werthe $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n$ rational ausdrücken, und mithin jede rationale Function von $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n$ als rationale Function jenes Werthes.

Beweis. Bezeichnet man

$$\alpha_{\mu_1} + p \alpha_{\mu_2} + p^2 \alpha_{\mu_3} + \ldots + p^{n-1} \alpha_{\mu_n} \text{ durch } V_{(\mu_1 \mu_2 \mu_3 \ldots \mu_n)}$$

und sämmtliche Werthe die $V_{(1 \mu_2 \mu_3 \ldots \mu_n)}$ annehmen kann mit $v_1, v_2, v_3 \ldots v_{1.2.3 \ldots (n-1)}$, indem hier den Zahlen $\mu_2 . \mu_3 \ldots \mu_n$ die Werthe $2, 3, \ldots n$ in allen möglichen Ordnungen beigelegt werden, so ist

$$(x - v_1)(x - v_2) \ldots (x - v_{1.2 \ldots (n-1)})$$

ein Ausdruck, der sich nach den Potenzen von $x - \alpha_1$ entwickeln lässt, und dessen Coëfficienten symmetrische Functionen von $\alpha_2, \alpha_3, \ldots \alpha_n$ sein müssen. Die symmetrischen Functionen von $\alpha_2, \alpha_3, \ldots \alpha$ lassen sich aber als rationale Functionen von α_1 entwickeln, und man kann mithin

$$(x - v_1)(x - v_2) \ldots (x - v_{1.2 \ldots (n-1)}) = g(x_1 \alpha_1)$$

setzen, und hiermit eine Function von x bezeichnen, deren Coëfficienten ganze Functionen von α sind. Bezeichnet man nun sämmtliche Werthe von $V_{(2 \mu_1 \mu_2 \ldots \mu_n)}$, wo $\mu_1, \mu_2, \mu_3 \ldots \mu_n$ die Werthe $1, 3, 4, 5 \ldots n$ in irgend welcher Ordnung bedeuten, durch $u_1, u_2, u_3, \ldots u_{(1.2 \ldots n-1)}$, so muss

$$(x - u_1)(x - u_2) \ldots (x - u_{(1.2.3 \ldots n-1)}) = g(x_1 \alpha_2)$$

sein. Setzt man in $g(x_1 \alpha_1)$ statt x einen der Werthe $v_1, v_2, \ldots v_{1.2 \ldots (n-1)}$, den wir mit v bezeichnen wollen, so verschwindet es, und setzt man statt α_1 das Zeichen für eine Unbekannte etwa y, so kann man sagen dass $g(v, y)$ und fy die Wurzel α_1 gemeinschaftlich haben. Aber $g(v, y)$ und y können keine zweite Wurzel etwa α_2 gemeinschaftlich haben, denn die Wurzeln von $g(x, \alpha_2)$ sind $u_1, u_2, \ldots u_{1.2.3 \ldots n-1}$ und diese sind nach dem vorigen §. von $v_1, v_2, \ldots v_{1.2.3 \ldots n-1}$ verschieden.

Da also $g(vy)$ und fy nur die Wurzel α_1 gemeinschaftlich haben können, so lässt sich diese durch die Methode den grössten gemeinschaftlichen Factor zwischen $g(v, y)$ und fy zu finden, rational entwickeln.

Es ist wohl zu bemerken, dass das Resultat der Entwickelung dasselbe sein muss, welcher besondere Werth auch v von den Werthen $v_1, v_2, \ldots v_{1.2..(n-1)}$ sein mag. Setzt man also $\alpha_1 = \gamma v$, wo γ eine rationale Function von v bedeutet, so erhält man

$$\alpha_1 = \gamma v_1 = \gamma v_2 = \gamma v_3 = \ldots = \gamma v_{1.2...(n-1)}.$$

Zugleich folgt aber auch dass

$$\alpha_2 = \gamma u_1 = \gamma u_2 = \gamma u_3 = \ldots = \gamma u_{1.2...(n-1)}$$

sein müsse, weil die eben angedeuteten Operationen in u, wie in v gemacht werden, wenn man α_2 an die Stelle von α_1 setzt. Eine gleiche Bemerkung gilt natürlich für die anderen Gruppen von Werthen die V annehmen kann.

Anmerkung. Da in γv nach der Natur seiner Entwickelung ein Zähler und ein Nenner enthalten sein muss, die beide rationale ganze Functionen von v sind, so kann man $\gamma v = \frac{\delta v}{\varepsilon v}$ setzen und δv und εv als ganze Functionen von v ansehen. Es ist mithin

$$\gamma v_1 = \frac{\delta v_1 (\varepsilon v_2 . \varepsilon v_3 \ldots \varepsilon v_{1.2...(n-1)})}{\varepsilon v_1 . \varepsilon v_2 . \varepsilon v_3 \ldots \varepsilon v_{1.2...(n-1)}}.$$

Aber $\varepsilon v_1 \varepsilon v_2 \varepsilon v_3 \ldots \varepsilon v_{1.2...(n-1)}$ ist in Bezug auf $\alpha_2, \alpha_3, \ldots \alpha_n$ symmetrisch, man kann es also gleich einer ganzen Function von α_1 oder gleich $\varphi\alpha_1$ setzen. Man erhält mithin:

$$\gamma v_1 = \frac{\delta v_1 (\varepsilon v_2 \varepsilon v_3 \varepsilon v_4 \ldots \varepsilon v_{1.2...(n-1)}) (\varepsilon u_1 . \varepsilon u_2 \ldots \varepsilon u_{1.2...(n-1)}) \text{ etc.}}{\varphi\alpha_1 \varphi\alpha_2 \ldots \varphi\alpha_n}$$

Der Nenner dieses Ausdruckes ist aber offenbar eine rationale Function der Coëfficienten von fx, die man durch Z bezeichnen kann, und

$$(\varepsilon v_2 . \varepsilon v_3 \ldots \varepsilon v_{1.2...(n-1)}) (\varepsilon u_1 . \varepsilon u_2 \ldots \varepsilon u_{1.2...(n-1)}) \quad \text{etc.}$$

muss sich als rationale Function von v_1 darstellen lassen, da die Coëfficienten der Gleichung für v_1 rationale Functionen der Coëfficienten von fx sind. Bezeichnet man nun das Product von dieser Function mit δv_1 durch ρv_1 so ist $\gamma v_1 = \frac{\rho v_1}{z}$. Es lässt sich mithin die Function γv_1 stets als ganze Function von v_1 ansehen, deren Coëfficienten aber gebrochene Functionen der Coëfficienten von fx sind.

§. 5. Lehrsatz. Setzt man:

$$\begin{aligned}
1)\ & \alpha_1 + p\alpha_2 + p^2\alpha_3 + \ldots + p^{n-1}\alpha_n = V_1 \\
2)\ & \alpha_2 + p\alpha_3 + p^2\alpha_4 + \ldots + p^{n-1}\alpha_1 = V_2 \\
3)\ & \alpha_3 + p\alpha_4 + p^2\alpha_5 + \ldots + p^{n-1}\alpha_2 = V_3 \\
& \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
n)\ & \alpha_n + p\alpha_1 + p^2\alpha_2 + \ldots + p^{n-1}\alpha_{n-1} = V_n
\end{aligned}$$

so kann man die ganze rationale Function GV_1 von V_1 so bestimmen, dass

$$V_2 = GV_1,\ V_3 = GV_2, \ldots V_n = GV_{n-1} \text{ und } V_1 = GV_1$$

wird, und dass überhaupt wenn

$$\alpha_{\mu_1} + p\alpha_{\mu_2} + p^2\alpha_{\mu_3} + \ldots p^{n-1}\alpha_{\mu_n} = U_1$$

gesetzt wird, wo $\mu_1, \mu_2, \ldots \mu_n$ die Zahlen $1, 2, \ldots n$ in irgend welcher Ordnung bedeuten,

$$G\,U_1 = \alpha_{\mu_2} + p\,\alpha_{\mu_3} + p^2\alpha_{\mu_4} + \ldots + p^{n-1}\alpha_{\mu_1}$$

werde.

Beweis. Aus §. 4 ergibt sich dass $\alpha_1 = \gamma V_1$, $\alpha_2 = \gamma V_2$ und überhaupt $\alpha_m = \gamma V_m$ sei. Multiplicirt man nun die zweite Gleichung mit p und zieht sie von der ersten ab, so erhält man:

$$\alpha_1 (1 - p^n) = V_1 - V_2\,p,$$

mithin

$$V_2 = \frac{V_1 + (p^n - 1)\,\alpha_1}{p} = \frac{V_1 + (p^n - 1)\,\gamma V_1}{p}.$$

Es ist nun

$$G\,V_1 = \frac{V_1 + (p^n - 1)\,\gamma V_1}{p},$$

denn durch dieselben Operationen kann man nachweisen, dass $G\,U_1$ oder

$$\frac{U_1 + (p^n - 1)\,\gamma\,U_1}{p} = \alpha_{\mu_2} + p\,\alpha_{\mu_3} + p^2\alpha_{\mu_4} + \ldots + p^{n-1}\alpha_{\mu_1} \text{ sei.}$$

Zusatz. Da $\alpha_1 = \gamma V_1$, $\alpha_2 = \gamma V_2$ etc. ist (§. 4), so kann man $\alpha_1 = \gamma V_1$, $\alpha_2 = \gamma G V_1$, $\alpha_3 = \gamma G G V_1 = \gamma G^2 V_1$ und überhaupt $\alpha_m = \gamma G^{m-1} V_1$ setzen.

§. 6. Lehrsatz. Bezeichnet man die Gleichung vom Grade $1 \,.\, 2 \,.\, 3 \ldots n$, von welcher die verschiedenen Werthe von V Wurzeln sind, durch $F V = 0$, und ist $F_1 V$ ein irreductibeler Factor von $F V$, und V_1 und V_2 zwei Wurzeln dieses Factors, ist ferner

$$V_1 = \alpha_1 + p\,\alpha_2 + p^2\,\alpha_3 + \ldots + p^{n-1}\alpha_n \text{ und } V_2 = \delta_1 + p\,\delta_2 + p^2\delta_3 + \ldots + p^{n-1}\delta_n,$$

wo $\delta_1, \delta_2, \ldots \delta_n$ die Werthe $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n$ in irgend einer andern Ordnung darstellen, und die ganze Function von V_1, nämlich $K V_1$ ist

$$= \alpha_{\mu_1} + p\,\alpha_{\mu_2} + \ldots + p^{n-1}\alpha_{\mu_n},$$

wo $\mu_1, \mu_2, \ldots \mu_n$ die Zahlen $1, 2, 3, \ldots n$ in irgend einer Ordnung darstellen, so ist auch

$$K V_2 = \delta_{\mu_1} + p\,\delta_{\mu_2} + \ldots + p^{n-1}\delta_{\mu_n}.$$

Beweis: Es ist

$$\alpha_{\mu_1} + p\,\alpha_{\mu_2} + \ldots + p^{n-1}\alpha_{\mu_n} = \gamma G^{\mu_1-1} V_1 + p\gamma G^{\mu_2-1} V_1 + \ldots + p^{n-1}\gamma G^{\mu_n-1} V_1,$$

denn

$$\alpha_{\mu_1} = \gamma G^{\mu_1-1} V_1, \quad \alpha_{\mu_2} = \gamma G^{\mu_2-1} V_1 \text{ etc. (§. 5.)}$$

Dividirt man nun

$$K V_1 \text{ und } \gamma G^{\mu_1-1} V_1 + p\gamma G^{\mu_2-1} V_1 + \ldots + p^{n-1}\gamma G^{\mu_n-1} V_1$$

durch $F_1 V_1$, so müssen die sich ergebenden algebraischen Reste identisch sein, weil man sonst eine Gleichung unter dem Grade von der Gleichung $F_1 V = 0$ erhielte, die mit $F_1 V = 0$ eine Wurzel gemeinschaftlich hätte. (§. 1.) Man kann mithin

$$K V_1 = F_1 V_1 \,.\, Q V_1 + R V_1 \text{ und } \gamma G^{\mu_1-1} V_1 + p\gamma G^{\mu_2-1} V_1 + \ldots + p^{n-1}\gamma G^{\mu_n-1} V_1 = F_1 V_1 \,.\, Q_1 V_1 + R V_1$$

setzen, wo $Q V_1$, $Q_1 V_1$ und $R V_1$ ganze rationale Functionen von V_1 bedeuten. Ist nun $k V_1$ eine andere Wurzel desselben irreductibelen Factors $F_1 V$, so ist offenbar auch

$$F_1 k V_1 \,.\, Q k V_1 + R k V_1 = F_1 k V_1 \,.\, Q_1 k V_1 + R k V_1,$$

weil die ersten Glieder beider Seiten der Gleichung verschwinden und die zweiten identisch sind. Setzt man nun $k V_1 = \delta_1 + p\delta_2 + p^2\delta_3 + \ldots + p^{n-1}\delta_{n-1}$, so erhält man

$$KkV_1 = \gamma G^{\mu_1 - 1} kV_1 + p\gamma G^{\mu_2-1} kV_1 + \ldots + p^{n-1}\gamma G^{\mu_n - 1} k V_1.$$

Es ist aber $\gamma G^{\mu_m - 1} k V_1 = \delta_{\mu_m}$ (§. 5) und mithin

$$KkV_1 = \delta_{\mu_1} + p\delta_{\mu_2} + p^2\delta_{\mu_3} + \ldots + p^{n-1}\delta_{\mu_n}.$$

Setzt man für kV_1 den Werth V_2, so ist der Satz bewiesen.

Zusatz. Da sich sämmtliche Werthe, welche durch Permutation der Werthe α, aus V_1 oder $\alpha_1 + p\alpha_2 + \ldots + p^{n-1}\alpha_n$ hervorgehen, als Functionen von $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n$ ansehen lassen, und diese sämmtlich Functionen von V_1 sind, so lässt sich jede Function von $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n$ als Function des einen Werthes V_1 ansehen. Sind nun V_1 und V_2 Wurzeln des irreductibelen Factors $F_1 V_1$, und ist $V_2 = kV_1$, so ist auch kV_2 eine Wurzel desselben Factors, denn da $F_1 k V_1 = 0$ ist, so muss $F_1 k V$ durch $F_1 V$ aufgehen, da es mit ihm eine Wurzel gemeinschaftlich hat; man kann mithin $F_1 k V = F_1 V \,.\, QV$ setzen, wo QV eine ganze rationale Function von V bedeutet, und setzt man in diese Gleichung für V den Werth V_2, so ist $F_1 k V_2 = F_1 V_2 \,.\, QV_2 = 0$, wesshalb kV_2 ebenfalls eine Wurzel von $F_1 V$ sein muss. Bezeichnet man nun kkV_1 durch k^2V_1, kk^2V_1 durch k^3V_1 etc., so müssen sämmtliche Werthe V_1, kV_1, k^2V_1, k^3V_1 etc. Wurzeln von F_1V sein, und da die Anzahl dieser Wurzeln eine beschränkte ist, so müssen sie sich wiederholen. Es ist nun zu untersuchen, nach welchen allgemeinen Gesetzen dies geschehe.

§. 7. Ist V_1 und V_2 bekannt, und setzt man $V_2 = kV_1$, so kann man bereits durch Anwendung des §. 6. k^2V_1, k^3V_1 etc. entwickeln. Einige Beispiele werden hinreichen dieses zu zeigen.

Bezeichnet man $\alpha_1 + p\alpha_2 + \ldots + p^{n-1}\alpha_n$ durch $(1, 2, \ldots n)$ und $\alpha_{\mu_1} + p\alpha_{\mu_2} + p^2\alpha_{\mu_3} + \ldots + p^{n-1}\alpha_{\mu_n}$ durch $(\mu_1, \mu_2, \ldots \mu_n)$, setzt man ferner $n = 5$ und $V_1 = (1, 2, 3, 4, 5)$ und $kV_1 = (2, 4, 5, 1, 3)$, so erhält man folgende Entwickelung:

$$\text{I.}\quad \begin{aligned} V_1 &= (1, 2, 3, 4, 5) \\ kV_1 &= (2, 4, 5, 1, 3) \\ k^2V_1 &= (4, 1, 3, 2, 5) \\ k^3V_1 &= (1, 2, 5, 4, 3) \\ k^4V_1 &= (2, 4, 3, 1, 5) \\ k^5V_1 &= (4, 1, 5, 2, 3) \\ k^6V_1 &= (1, 2, 3, 4, 5), \end{aligned}$$

denn da beim Übergange von V_1 in kV_1 die erste Stelle in die zweite, die zweite in die vierte, die dritte in die fünfte, die vierte in die erste und die fünfte in die dritte überging, so muss auch beim Übergange von kV_1 in k^2V_1 dasselbe geschehen, also 2 welches die erste Stelle inne hatte in 4 übergehen, welches in kV_1 die zweite Stelle inne hat, 4 welches die zweite Stelle inne hatte in 1 übergehen, welches in kV_1 die vierte Stelle inne hat etc. (§. 6). Auf gleiche Weise sind folgende Beispiele gebildet:

$$\text{II.}\quad \begin{aligned} V_1 &= (1, 2, 3, 4, 5) \\ kV_1 &= (2, 1, 4, 5, 3) \\ k^2V_1 &= (1, 2, 5, 3, 4) \\ k^3V_1 &= (2, 1, 3, 4, 5) \\ k^4V_1 &= (1, 2, 4, 5, 3) \\ k^5V_1 &= (2, 1, 5, 3, 4) \\ k^6V_1 &= (1, 2, 3, 4, 5) \end{aligned}$$

$$\text{III.}\quad \begin{aligned} V_1 &= (1, 2, 3, 4, 5) \\ kV_1 &= (2, 3, 5, 1, 4) \\ k^2V_1 &= (3, 5, 4, 2, 1) \\ k^3V_1 &= (5, 4, 1, 3, 2) \\ k^4V_1 &= (4, 1, 2, 5, 3) \\ k^5V_1 &= (1, 2, 3, 4, 5) \end{aligned}$$

$$\text{IV.}\quad \begin{aligned} V_1 &= (1, 2, 3, 4, 5) \\ kV_1 &= (2, 4, 5, 3, 1) \\ k^2V_1 &= (4, 3, 1, 5, 2) \\ k^3V_1 &= (3, 5, 2, 1, 4) \\ k^4V_1 &= (5, 1, 4, 2, 3) \\ k^5V_1 &= (1, 2, 3, 4, 5) \end{aligned}$$

§. 8. **Lehrsatz.** Wenn beim Übergange von V_1 in kV_1 α_q in α_r übergeht, so geht auch beim Übergange von kV_1 in k^2V_1, α_q in α_r über, wesshalb dasselbe stattfinden muss, wenn k^mV_1 in $k^{m+1}V_1$ übergeht, wo q und r irgend welche von den Indices $1, 2, \ldots n$ bedeuten und m irgend eine ganze Zahl ist.

Beweis. Bezeichnet man V_1 oder $\alpha_1 + p\alpha_2 + p^2\alpha_3 + p^{n-1}\alpha_n$ durch $(\alpha_1\ \alpha_2 \ldots \alpha_m \ldots \alpha_q \ldots \alpha_n)$ und kV_1, in welchem an die Stelle von α_m der Werth α_q und an die Stelle von α_q der Werth α_r getreten ist, durch $(\ldots\ \alpha_q \ldots\ \alpha_r \ldots)$, so kann man in diesem letzteren Ausdrucke alle Werthe von α als Functionen von V_1 ansehen, und erhält

$$kV_1 = (\ldots\ \gamma G^{q-1}V_1 \ldots\ \gamma G^{r-1}V_1 \ldots)$$

und mithin

$$k^2V_1 = (\ldots\ \gamma G^{q-1}kV_1 \ldots\ \gamma G^{r-1}kV_1 \ldots).$$

Es ist aber $\gamma G^{q-1}kV_1 = \alpha_r$, denn α_r nimmt die q^{te} Stelle in kV_1 ein. Man erhält mithin die drei Gleichungen

$$\begin{aligned} V_1 &= (\alpha_1\ \alpha_2 \ldots \alpha_m \ldots \alpha_q \ldots \alpha_n) \\ kV_1 &= (\ldots\ \alpha_q \ldots \alpha_r \ldots) \\ k^2V_1 &= (\ldots\ \alpha_r \ldots) \end{aligned}$$

wodurch der Satz bewiesen ist.

§. 9. Da die Anzahl der verschiedenen Werthe von V_1, kV_1, k^2V_1 etc. eine beschränkte ist (§. 6, Zusatz), so muss für irgend welche ganzzahlige Werthe von m und m_1 der Fall eintreten, dass $k^{m+m_1}V_1 = k^mV_1$ wird. Ist nun m_1 die kleinste Zahl, welche dieser Gleichung genügt, so muss auch $k^{m_1}V_1 = V_1$ sein, denn da

$$k^{m+m_1}V_1 - k^mV_1 = k^{m_1}k^mV_1 - k^mV_1 = 0$$

ist, und k^mV_1 wie oben bewiesen eine Wurzel des irreductibelen Factors F_1V ist, so kann man in jene Gleichung jede andere Wurzel von F_1V einsetzen. Setzt man also für k^mV_1 den Werth V_1, so erhält man $k^{m_1}V_1 - V_1 = 0$. Es wird mithin immer eine kleinste Zahl m^1 geben, die der Gleichung genügt $k^{m_1}V_1 = V_1$. Ist diese einmal bestimmt und x und y bedeuten ganze Zahlen, so wird $k^xV_1 = k^yV_1$ sein, wenn $x \equiv y$ (Mod. m_1) ist. Die Folge der Werthe $V_1, kV_1, k^2V_1, \ldots k^{m_1-1}V_1$ soll eine Periode heissen.

Kennt man V_1 und kV_1, so ist es leicht die Bildungsweise der folgenden Werthe, und die Zahl der Glieder oder m_1 kennen zu lernen. Betrachtet man zu dem Ende das letzte Beispiel des §. 7, nämlich:

$$\begin{aligned} V_1 &= (1, 2, 3, 4, 5) \\ kV_1 &= (2, 4, 5, 3, 1) \\ k^2V_1 &= (4, 3, 1, 5, 2) \\ k^3V_1 &= (3, 5, 2, 1, 4) \\ k^4V_1 &= (5, 1, 4, 2, 3) \\ k^5V_1 &= (1, 2, 3, 4, 5), \end{aligned}$$

so geht beim Übergange von V_1 in kV_1 1 in 2, 2 in 4, 4 in 3, 3 in 5, 5 in 1 über. Durch Anwendung des §. 8 ist hierdurch die Folge der Zahlen in der ersten Verticalreihe der Parenthesen auf der rechten Seite bestimmt, und muss sein 1, 2, 4, 3, 5, 1. Ebenso ist in diesem Beispiel die Folge der Zahlen in der zweiten Verticalreihe bestimmt und ist 2, 4, 3, 5, 1, 2 etc. Fügt man zu jeder Ziffer von V_1 die unter ihr stehende von kV_1 auf folgende Weise [1.2, 2.4, 4.3, 3.5, 5.1], so soll dies Zeichen der Index der Periode heissen. Läuft die erste Ziffer durch alle n Ziffern hindurch ehe sie in sich zurückkehrt, so muss offenbar die Periode aus n, hier also aus fünf Gliedern bestehen. Kehrt die erste

Ziffer aber bereits früher in sich zurück, so muss der Index in mehrere Abtheilungen zerfallen. Da also im ersten Beispiel des §. 7 $V_1 = (1, 2, 3, 4, 5)$ und $kV_1 = (2, 4, 5, 1, 3)$ ist, so bildet sich hier der Index $[1 . 2, 2 . 4, 4 . 1 \mid 3 . 5, 5 . 3]$ der aus zwei Abtheilungen besteht. Hieraus folgt, dass bei diesem Beispiele die erste Verticalreihe aus den Ziffern 1, 2, 4, 1, 2, 4, 1, die zweite aus 2, 4, 1, 2, 4, 1, 2, die vierte aus 4, 1, 2, 4, 1, 2, 4, die dritte aus 3, 5, 3, 5, 3, 5, 3 und die fünfte aus 5, 3, 5, 3, 5, 3, 5 bestehen müsse. Die ganze Periode muss aber offenbar 3×2 Glieder in sich schliessen, weil sie aus zwei einfachen Perioden von drei und zwei Gliedern gebildet ist.

Aus diesen Beispielen geht nun offenbar der Satz hervor: dass wenn der Index für n Wurzeln in m Theile zerfällt, von denen der erste m_1, der zweite m_2, der dritte m_3, . . . der letzte m_n Ziffern in sich schliesst, wo also $n = m_1 + m_2 + m_3 + \ldots m_n$ ist, — dass alsdann die Periode so viele Glieder in sich schliessen wird, als das kleinste Vielfache von $m_1, m_2, \ldots m_n$ angibt.

§. 10. **Lehrsatz.** Haben fx, $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n$, p und V die ihnen in den vorigen §§. beigelegte Bedeutung, so ist V im Allgemeinen die Wurzel einer Gleichung vom Grade $1 . 2 . 3 \ldots\ldots n$, deren Coëfficienten rationale Functionen der Coëfficienten von fx sind. Ist nun fx irreductibel und jene Gleichung für V ist $FV = 0$, ist ferner $FV = F_1 V . F_2 V \ldots F_m V$, und die Factoren auf der rechten Seite sind sämmtlich rationale und irreductibele ganze Functionen von V, so sind alle diese Factoren von gleich hohem Grade, und dieser Grad selbst ist ein Vielfaches von n.

Beweis. Setzt man $\alpha_1 + p\alpha_2 + \ldots + p^{n-1}\alpha_n = V_1$ und nimmt an, V_1 sei eine Wurzel von $F_1 V = 0$, so ist $\gamma V_1 = \alpha_1$ (§. 4), mithin haben $F_{1\gamma} V$ und fx die Wurzel α_1 gemeinschaftlich, und es muss daher $F_{1\gamma} V$ gleich einer Potenz von fV sein (§. 2). Da aber $F_{1\gamma} V$ von demselben Grade wie FV ist, so muss dieser ein Vielfaches von n sein.

Wollte man nun voraussetzen $F_1 V$ und $F_2 V$ wären von verschiedenem Grade, so mag $F_1 V$ von geringerem Grade als $F_2 V$ sein. Es sei nun eine Wurzel von $F_2 V$, V_2 so kann man V_2 als rationale Function von V_1 ansehen, da sich alle Wurzeln von FV_1 durch jede rational ausdrücken lassen. Setzt man daher $V_2 = kV_1$, so muss $F_{1k} V$ mit $F_2 V$ eine Wurzel gemeinschaftlich haben, desshalb müsste $F_{1k} V$ eine Potenz von $F_2 V$ sein (§. 2), und der Grad von $F_{1k} V$ wäre mithin ein Vielfaches von dem Grade von $F_2 V$. Der Grad von $F_{1k} V$ stimmt aber überein mit dem Grade von $F_1 V$, und es müsste daher die kleinere Zahl ein Vielfaches der grösseren sein.

§. 11. **Lehrsatz.** Die Substitutionen, vermöge welcher eine Wurzel des Ausdruckes $F_1 V$ in eine andere desselben Ausdruckes übergeht, sind dieselben wie in jedem der andern Ausdrücke $F_2 V, F_3 V \ldots F_m V$.

Beweis. Gesetzt

$$\alpha_1 + p\alpha_2 + p^2\alpha_3 \ldots . p^{n-1}\alpha_n \text{ und } \delta_1 + p\delta_2 + p^2\delta_3 + \ldots . + p^{n-1}\delta_n$$

seien zwei Wurzeln von $F_1 V$, wo $\delta_1, \delta_2, \ldots \delta_n$ mit $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n$ bis auf die Ordnung übereinstimmt, und eine Wurzel von $F_2 V$ sei die ganze und rationale Function k von $\alpha_1 + p\alpha_2 \ldots p^{n-1}\alpha_n$, so muss $F_2 V = F_k V$ sein (§. 2, 10). Mithin sind zwei Wurzeln von $F_2 V$ die folgenden beiden:

$$k(\alpha_1 + p\alpha_2 + p^2\alpha_3 + \ldots p^{n-1}\alpha_n) \text{ und } k(\delta_1 + p\delta_2 + p^2\delta_3 + \ldots p^{n-1}\delta_n).$$

Setzt man aber

$$k(\alpha_1 + p\alpha_2 + p^2\alpha_3 + \ldots + p^{n-1}\alpha_n) = \alpha_{\mu_1} + p\alpha_{\mu_2} + \ldots + p^n\alpha_{\mu_n},$$

so ist

$$k(\delta_1 + p\delta_2 + p^2\delta_3 + \ldots + p^{n-1}\delta_n) = \delta_{\mu_1} + p\delta_{\mu_2} + p^2\delta_{\mu_3} + \ldots p^n\delta_{\mu_n}.$$

Die allgemeine Substitution, durch welche

$$\alpha_1 + p\alpha_2 + p^2\alpha_3 + \ldots + p^{n-1}\alpha_n \text{ in } \delta_1 + p\delta_2 + p^2\delta_3 + \ldots p^{n-1}\delta_n$$

übergeht, besteht offenbar darin, dass α_i durch δ_i substituirt wird, wo i einen der Indices $1, 2, 3, \ldots n$ bedeutet, und die allgemeine Substitution, durch welche

$$\alpha_{\mu_1} + p\alpha_{\mu_2} + p^2\alpha_{\mu_3} + \ldots + p^{n-1}\alpha_{\mu_n} \text{ in } \delta_{\mu_1} + p\delta_{\mu_2} + p^2\delta_{\mu_3} + \ldots + p^{n-1}\delta_{\mu_n}$$

übergeht, besteht darin, dass α_{μ_i} durch δ_{μ_i} substituirt wird. Offenbar ist aber die Bedeutung dieser Substitutionen dieselbe.

Zusatz. Es folgt hieraus, dass die Indices der Perioden, welche in F_1V enthalten sind, durch blosse Veränderungen der Abtheilungen, in die Indices der Perioden übergehen, welche in F_2V enthalten sind, oder dieselben sind, und dass daher die Perioden, welche in den einzelnen Factoren $F_1V, F_2V, \ldots F_mV$ enthalten sind, aus gleich vielen Gliedern bestehen müssen.

§. 12. Lehrsatz. Ist fx irreductibel und vom Grade n, ist n eine Primzahl, und sind $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n$ die Wurzeln von fx, haben ferner $V, FV, F_1V, F_2V, \ldots F_mV$ und GV die frühere Bedeutung (§. 10, §. 5), so muss einer der Factoren $F_1V, F_2V, \ldots F_mV$ die Periode $V_1, GV_1, G^2V_1 \ldots G^{n-1}V_1$ in sich schliessen, d. h. alle diese Werthe müssen zu seinen Wurzeln gehören, wenn V_1 eine dieser Wurzeln ist.

Beweis. Die Ausdrücke $F_1V, F_{1_G}V, F_{1_{G^2}}V, \ldots F_{1_{G^{n-1}}}V$ sind entweder sämmtlich unter einander verschieden, oder sämmtlich gleich; denn wären zwei Ausdrücke dieser Art gleich, so erhielte man eine Gleichung von der Form:

$$F_{1_{G^{x+y}}}V_1 = F_{1_{G^x}}V,$$

wo x und $x + y$ Zahlenwerthe aus der Reihe $0, 1, 2, 3, \ldots n-1$ sind.

Bestimmt man nun z so, dass $x + y + z = n$ ist, so muss $F_1V = F_{1_{G^{x+z}}}V$ sein. Da nämlich $F_{1_{G^{x+y}}}V = F_{1_{G^x}}V$ ist, so muss man auch dieselben Ausdrücke erhalten, wenn man in beiden Ausdrücken statt ihrer Wurzeln, dieselben rationalen Functionen G^z dieser Wurzeln setzt. Das Resultat dieser Operation ist aber offenbar durch die Gleichung

$$F_{1_{G^{x+y+z}}}V = F_{1_{G^{x+z}}}V$$

ausgedrückt. Da nun aber $x + y + z = n$ ist, und $G^nV = V$ sein muss, wenn V einen Werth von der Form

$$\alpha_1 + p\alpha_2 + p^2\alpha_3 + \ldots, + p^{n-1}\alpha_n$$

bedeutet, so muss

$$F_{1_{G^n}}V = FV$$

sein, und man erhält

$$F_{1_{G^{x+z}}}V = F_1V.$$

Setzt man nun statt $x + z$ den Buchstaben s, so folgen aus der Gleichung $F_1V = F_{1_{G^s}}V$ die folgenden

$$F_{1_{G^s}}V = F_{1_{G^{2s}}}V\ ,\ F_{1_{G^{2s}}}V = F_{1_{G^{3s}}}V \text{ etc.},$$

welche man aus der ersten Gleichung erhält, wenn man statt ihrer Wurzeln die rationalen Functionen G^s, G^{2s}, G^{3s} etc. hinter einander einsetzt. Da aber s oder $x + z$ kleiner als n sein muss, so sind die Werthe $s, 2s, 3s, \ldots (n - 1)s$ sämmtlich nach dem Model n verschieden, oder lassen durch n getheilt verschiedene Reste. Offenbar wird aber $G^{is}V = G^rV$ sein, wenn $is \equiv r$ (Model n) ist; aus gleichem Grunde muss $F_{1_{G^{is}}}V = F_{1_{G^r}}V$ sein, wenn $is \equiv r$ (Model n) ist. Legt man aber dem i alle Werthe von 1 bis $n - 1$ bei, so wird man dem Reste r dieselben Werthe beizulegen haben, wenn auch in anderer Ordnung. Durch die Gleichungen

$$F_1V = F_{1_{G^s}}V = F_{1_{G^{2s}}}V \text{ etc.},$$

u

ist also dasselbe ausgedrückt wie durch die Gleichungen:

$$F_1 V = F_{1_G} V = F_{1_{G^2}} V = F_{1_{G^3}} V \text{ etc.},$$

woher diese letzten stattfinden müssen, wenn

$$F_{1_{G^{x+1}}} V_1 = F_{1_{G^x}} V_1 \text{ ist.}$$

Es muss nun aber nothwendig eine von den folgenden Gleichungen stattfinden:

$$F_1 V = F_{1_G} V\ ,\ F_2 V = F_{2_G} V\ \ldots\ F_m V = F_{m_G} V.$$

Gesetzt nämlich, $F_1 V$ wäre nicht gleich $F_{1_G} V$, so wären die Ausdrücke $F_1 V$, $F_{1_G} V$, $F_{1_{G^2}} V, \ldots F_{1_{G^{n-1}}} V$ n verschiedene Ausdrücke aus der Zahl der Ausdrücke $F_1 V$, $F_2 V, \ldots F_m V$. Bezeichnet nun $F_\mu V$ einen jener Ausdrücke, der nicht in den letzten enthalten ist, so müssten aus gleichem Grunde $F_\mu V$, $F_{\mu_G} V$, $F_{\mu_{G^2}} V, \ldots F_{\mu_{G^{n-1}}} V$, n andere Ausdrücke aus diesen sein, und es folgt daher nothwendig durch fortgesetzte Schlüsse derselben Art, dass n ein Theiler von m sein müsse, wenn keine von jenen Gleichungen in Erfüllung geht. Setzt man aber den Grad von $F_1 V$ gleich nz (§. 10), so ist der Grad von FV gleich der Zahl $m\,.\,nz$, derselbe ist aber auch gleich $1\,.\,2\,.\,3\ldots n$, man erhält mithin die Gleichung

$$m\,.\,nz = 1\,.\,2\,.\,3\ldots n$$

und mithin

$$m = \frac{1\,.\,2\,3\ldots(n-1)}{z}.$$

Da aber n eine Primzahl ist, so kann m kein Theiler von n sein, und es muss daher eine der Gleichungen

$$F_1 V = F_{1_G} V\ ,\ F_2 V = F_{2_G} V\ ,\ \ldots\ F_m V = F_{m_G} V$$

bestehen. Wäre nun $F_1 V = F_{1_G} V$, und V_1 eine Wurzel von $F_1 V$, so müsste auch nothwendig GV_1 eine Wurzel von $F_1 V$ sein etc.

§. 13. **Hauptsatz.** Ist $fx = 0$ eine irreductibele Gleichung von einem Grade n, der eine Primzahl ist, hat man ferner zwischen den Wurzeln $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n$ von fx irgend eine rationale Gleichung, deren Coëfficienten so wie die von fx rational sind, so kann man diese Wurzeln so ordnen, dass, wenn man sie durch $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \ldots \beta_n$ bezeichnet, und die Gleichung, welche zwischen ihnen besteht, durch $\xi(\beta_1 \beta_2 \beta_3 \ldots \beta_n) = 0$, nothwendigerweise auch die folgenden $(n-1)$ Gleichungen stattfinden müssen:

$$\xi(\beta_2\,\beta_3\,\beta_4 \ldots \beta_n\,\beta_1) = 0\ ,\ \xi(\beta_3\,\beta_4\,\beta_5 \ldots \beta_1\,\beta_2) = 0 \ldots\ldots \xi(\beta_n\,\beta_1\,\beta_2 \ldots \beta_{n-2}\,\beta_{n-1}) = 0.$$

Beweis. Gesetzt $F_1 V$ sei der Factor von FV, von dem V_1 und GV_1 Wurzeln sind, so ist

$$V_1 = \beta_1 + p\beta_2 + p^2\beta_3 + \ldots p^{n-1}\beta_n \text{ und } GV_1 = \beta_2 + p\beta_3 + p^2\beta_4 + \ldots + p^{n-1}\beta_1.$$

Nun ist aber

$$\beta_1 = \gamma V_1\ ,\ \beta_2 = \gamma GV_1\ ,\ \ldots\ \beta_n = \gamma G^{n-1} V_1 \text{ (§. 5);}$$

mithin ist

$$\xi(\beta_1\ \beta_2 \ldots \beta_n) = \xi(\gamma V_1, \gamma GV_1, \gamma G^2 V_1 \ldots \gamma G^{n-1} V_1) = 0.$$

Da aber auch GV_1 eine Wurzel der irreductibelen Gleichung $F_1 V = 0$ ist, so muss die letzte Gleichung auch stattfinden, wenn man GV_1 statt V_1 setzt (§. 6). Man erhält mithin:

$$\xi(\gamma GV_1, \gamma G^2 V_1, \gamma G^3 V_1 \ldots \gamma G^n V_1) = 0.$$

Setzt man statt der Ausdrücke unter dem Functionszeichen ξ ihre Werthe, und bedenkt, dass $\gamma G^n V_1 = \beta_1$ sein müsse, so erhält man $\xi\,(\beta_2\,\beta_3\,\ldots\,\beta_n\,\beta_1) = 0$. Würde man statt GV_1 in die obige Gleichung $G^2 V_1$ eingesetzt haben, so würde man $\xi\,(\beta_3\,\beta_4\,\ldots\,\beta_n\,\beta_1\,\beta_2) = 0$ erhalten haben etc.

§. 14. **Lehrsatz.** Zwischen den Wurzeln einer irreductibelen Gleichung $fx = 0$ von einem Grade n der eine Primzahl ist, kann keine Gleichung des ersten Grades stattfinden, deren Coëfficienten so wie die von fx rational sind — ausser der bekannten Gleichung, dass die Summe der Wurzeln dem negativen Coëfficienten von x^{n-1} in fx gleich sei.

Beweis. Man denke sich die Wurzeln so geordnet, dass man mit ihnen die Substitutionen des vorigen Paragraphen vornehmen kann. Bezeichnet man dieselben nun mit $\beta_1, \beta_2 \ldots \beta_n$ und mit $A_1, A_2 \ldots A_n$ sind sie und M rationale Zahlen, so sei die vorausgesetzte Gleichung des ersten Grades $A_1\beta_1 + A_2\beta_2 + A_3\beta_3 + \ldots\ldots + A_n\beta_n - M = 0$. Durch Anwendung des vorigen Paragraphen erhält man folgende n Gleichungen:

$$\begin{aligned}
A_1\beta_1 + A_2\beta_2 + A_3\beta_3 + \ldots A_{n-1}\beta_{n-1} + A_n\beta_n &= M\\
A_1\beta_2 + A_2\beta_3 + A_3\beta_4 + \ldots A_{n-1}\beta_n + A_n\beta_1 &= M\\
A_1\beta_3 + A_2\beta_4 + A_3\beta_5 + \ldots A_{n-1}\beta_1 + A_n\beta_2 &= M\\
\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots&\\
A_1\beta_n + A_2\beta_1 + A_3\beta_2 + \ldots A_{n-1}\beta_{n-2} + A_n\beta_{n-1} &= M
\end{aligned}$$

Bezeichnet man durch ω eine Wurzel der Gleichung $x^n - 1 = 0$, und multiplicirt die erste der obigen Gleichungen mit 1, die zweite mit ω, die dritte mit ω^2, ... die letzte mit ω^{n-1} und addirt sämmtliche Gleichungen, so erhält man:

$$\begin{aligned}
(\beta_1 + \beta_2\omega + \beta_3\omega^2 + \ldots + \beta_n\omega^{n-1})\,(A_1 + A_2\omega^{n-1} + A_3\omega^{n-2} + \ldots + A_{n-1}\omega^2 + A_n\omega)&\\
= M\,(1 + \omega + \omega^2 + \ldots + \omega^{n-1}).&
\end{aligned}$$

Ist nun ω nicht 1, und man legt ihm hinter einander die Werthe $\omega, \omega^2, \omega^3, \ldots \omega^{n-1}, \omega^n$ bei, und bedenkt, dass $1 + \omega + \omega^2 + \ldots + \omega^{n-1} = 0$ sei, so erhält man folgende n Gleichungen:

$$\begin{aligned}
(\beta_1 + \beta_2\omega + \beta_3\omega^2 + \ldots \beta_n\omega^{n-1})\,(A_1 + A_2\omega^{n-1} + A_3\omega^{n-2} + \ldots A_n\omega) &= 0\\
(\beta_1 + \beta_2\omega^2 + \beta_3\omega^4 + \ldots \beta_n\omega^{2(n-1)})\,(A_1 + A_2\omega^{2(n-1)} + A_3\omega^{2(n-2)} + \ldots A_n\omega^2) &= 0\\
\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots&\\
(\beta_1 + \beta_2\omega^{n-1} + \beta_3\omega^{2(n-1)} + \ldots \beta_n\omega^{(n-1)^2})\,(A_1 + A_2\omega + A_3\omega^2 + \ldots A_n\omega^{n-1}) &= 0\\
(\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \ldots \beta_n)\,(A_1 + A_2 + A_3 + \ldots + A_n) &= n.M.
\end{aligned}$$

Sind nun aber die Coëfficienten $A_1, A_2, \ldots A_n$ nicht sämmtlich unter einander gleich, und ist die ganze Zahl $m < n$, so kann kein Ausdruck von der Form

$$A_1 + A_2\omega^{m(n-1)} + A_3\omega^{m(n-2)} + \ldots A_n\omega^m$$

verschwinden, weil bekanntlich die Gleichung

$$1 + x + x^2 + \ldots + x^{n-1} = 0$$

irreductibel ist, wenn n eine Primzahl ist, mithin sämmtliche Wurzeln mit der Gleichung

$$A_1 + A_2 x^{n-1} + A_3 x^{n-2} + \ldots A_n x = 0$$

gemeinschaftlich haben müsste, wenn jener Ausdruck verschwände, und dies nur stattfinden kann, wenn $A_1 = A_2 = A_3 = \ldots = A_n$ ist. Da nun keiner der rechten Factoren in jenen Gleichungen ver-

schwindet, so müssen alle linken Factoren bis auf den letzten verschwinden. Man erhält mithin folgende $n - 1$ Gleichungen:

$$1 + \frac{\beta_2}{\beta_1}\omega + \frac{\beta_3}{\beta_1}\omega^2 + \dots\dots\dots\dots \frac{\beta_n}{\beta_1}\omega^{n-1} = 0$$

$$1 + \frac{\beta_2}{\beta_1}\omega^2 + \frac{\beta_3}{\beta_1}\omega^4 + \dots\dots\dots\dots \frac{\beta_n}{\beta_1}\omega^{2(n-1)} = 0$$

$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots$$

$$1 + \frac{\beta_2}{\beta_1}\omega^{n-1} + \frac{\beta_3}{\beta_1}\omega^{2(n-1)} + \dots\dots\dots\dots \frac{\beta_n}{\beta_1}\omega^{(n-1)^2} = 0.$$

Fügt man hinzu noch die Gleichung

$$1 + 1 + 1 + \dots\dots\dots\dots 1 = n$$

und dividirt die erste durch ω^m, die zweite durch ω^{2m} ... die $(n-1)^{te}$ durch $\omega^{(n-1)m}$ und addirt sämmtliche Gleichungen, so erhält man

$$\frac{n\beta_m}{\beta_1} = n \text{ oder } \beta_m = \beta_1.$$

Diese Gleichung kann aber nicht stattfinden, weil eine irreductibele Gleichung nicht gleiche Wurzeln haben kann.

Zusatz. Es lässt sich nun leicht nachweisen, dass $A_1\beta_1 + A_2\beta_2 + \dots + A_n\beta_n$ durch jede Permutation ungleicher Werthe der Ausdrücke $A_1, A_2, \dots A_n$ einen andern Werth annehme. Bezeichnet man nämlich dieselben Werthe, aber in anderer Folge, mit $B_1, B_2, \dots B_n$, und setzt:

$$A_1\beta_1 + A_2\beta_2 + \dots A_n\beta_n = B_1\beta_1 + B_2\beta_2 + \dots + B_n\beta_n,$$

so müsste

$$A_1 - B_1 = A_2 - B_2 = A_3 - B_3 = \dots A_n - B_n$$

gleich irgend einem Zahlwerthe z sein. Dies ist aber unmöglich, weil dadurch, dass man von allen Zahlen $A_1, A_2, \dots A_n$ einen bestimmten Zahlwerth z abzieht, nothwendigerweise eine andere Zahlenreihe entstehen muss, als $B_1, B_2 \dots B_n$, die aus den Werthen von $A_1, A_2, \dots A_n$ zusammengesetzt sein soll.

VON DER

EMPFINDLICHKEIT DER BRÜCKENWAGEN

UND DER

EINFACHEN UND ZUSAMMENGESETZTEN

HEBEL-KETTEN-SYSTEME.

VON THEODOR SCHÖNEMANN,
MATHEMATICUS AM GYMNASIUM ZU BRANDENBURG A. H.

(Tafel IX — XIII.)

(VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM XIX. APRIL MDCCCLII.)

Einleitung.

Eine Brückenwage gewährt bekanntlich einen Belastungsraum, der, an einem bestimmten Punkte unterstützt, durch die Belastung nicht aus seiner Lage gebracht werden kann. Die Unterstützung selbst wird in der Regel mittelbar von einem Gewichte ausgeübt, welches der Belastung das Gleichgewicht hält. Ist der Belastungsraum von der Beschaffenheit, dass der Ort der Belastung auf das Gewicht, welches derselben das Gleichgewicht hält, keinen Einfluss übt, so nennt man die ganze Vorrichtung eine Brückenwage, und den Belastungsraum die Brücke derselben. Da im Falle des Gleichgewichtes die Summe der virtuellen Momente der Last und des Gewichtes gleich 0 ist, so müssen die virtuellen Momente der Last unabhängig von dem Orte der Belastung auf der Brücke sein. Es müssen demnach die virtuellen Geschwindigkeiten sämmtlicher Punkte der Brücke, bei einer unendlich kleinen Bewegung des Unterstützungspunktes und der Brücke selbst, aus ihrer Normal-Stellung, unter einander gleich sein. Damit dieses geschehe ist es nothwendig und hinreichend, dass drei Punkte der Brücke, die nicht in gerader Linie liegen, sich auf drei Curven bewegen, welche in dem der Normal-Stellung entsprechenden Falle, parallele Tangenten haben. Um diesen Zweck zu erreichen, sind bis jetzt eine Anzahl ziemlich verschiedener Constructionen in Anwendung gebracht worden. Da indessen aus dem blossen Begriffe einer Brückenwage sich verschiedene Eigenthümlichkeiten dieser Apparate ergeben, welche sich auf die Stellung und Empfindlichkeit derselben beziehen, die bis jetzt ausser Acht gelassen sind, obgleich sie einen verschiedenen Einfluss auf die Construction ausüben, so sollen dieselben in der folgenden Untersuchung im Allgemeinen und Speciellen so abgehandelt werden, dass hierdurch die wahre Grundlage für die Construction jeder Brückenwage gewonnen wird. Die Hebel-Ketten-Systeme treten für die Brückenwagen

als nothwendige Zwischenglieder auf, daher sind sowohl die hier in Betracht zu ziehenden Eigenthümlichkeiten der einfachen Apparate dieser Gattung als auch der zusammengesetzten, ebenfalls dargelegt worden.

Um zum Schlusse noch von der praktischen Seite einen Einblick in den Gegenstand der folgenden Untersuchung zu gewähren, soll hier eines Versuches gedacht werden, welcher ziemlich unbekannt zu sein scheint. Man belaste nämlich die Brücke einer gewöhnlichen Strassburger Decimal-Brückenwage etwa mit 100, und die Schale mit 10 Pfunden, so werden sich diese Gewichte das Gleichgewicht halten. Legt man aber noch auf die Brücke eine Zulage von 6 Lothen, so wird man beobachten, dass die Grösse des Ausschlagwinkels wesentlich von der Stelle bedingt ist. welchen die Last auf der Brücke einnimmt. Ähnliche Erscheinungen können bei allen Arten von Brückenwagen eintreten, und die folgende Abhandlung hat vorzüglich die Aufgabe zu lösen, alle hier einschlagenden Elemente aufzustellen und in Rechnung zu bringen, so dass sich der Erfolg a priori feststellen lässt, wenn der Ausschlagwinkel eine sehr kleine Grösse ist.

---

§. 1.

Von der Empfindlichkeit eines Hebels, auf welchen zwei senkrechte Kräfte wirken.

Stellt abc Taf. IX, Fig. 1, eine gebrochene starre Linie und ht eine horizontale dar, setzt man ferner $ab = r$, $bc = \rho$, $\angle abh = \psi_1$, $\angle cbt = \varphi_1$, und nimmt an, der Punkt b wäre ein fester Drehungspunkt, und die Punkte a und c mit den Gewichten P und p belastet, so muss

$$\text{I)}\ rP \cos.\ \psi_1 = \rho\ p \cos.\ \varphi_1$$

sein, wenn sich beide Gewichte das Gleichgewicht halten sollen. Genügen nun die Grössen P und p dieser Gleichung, und man nimmt von dem Gewichte P einen kleinen Theil ΔP fort, so ist der W. $\Delta\varphi$ zu bestimmen, um welchen sich die starre Linie drehen müsse, um in ihre nächste Gleichgewichts-Lage zu kommen. Zur Bestimmung dieses Winkels hat man die Momenten-Gleichung

$$\text{II)}\ r(P - \Delta P) \cos.\ (\psi_1 - \Delta\varphi) = p\rho \cos.\ (\varphi_1 + \Delta\varphi),$$

aus welcher man leicht die folgende ableitet:

$$tg.\Delta\varphi \left\{ \frac{P}{\Delta P} - \frac{tg.\psi_1}{tg.\varphi_1 + tg.\psi_1} \right\} = \frac{1}{tg.\varphi_1 + tg.\psi_1}.$$

Man kann nun ΔP immer klein genug annehmen, dass $\frac{P}{\Delta P} - \frac{tg.\psi_1}{tg.\varphi_1 + tg.\psi_1}$ eine positive Grösse wird, wenn $\varphi_1 + \psi_1$ nicht $= 0$ ist. Es wird mithin der Werth von $tg.\Delta\varphi$ positiv oder negativ sein, je nachdem $tg.\varphi_1 + tg.\psi_1$ es ist, oder wenn φ_1 und ψ_1 seinem absoluten Werthe nach kleiner als ein Rechter ist, so wird der Werth von $tg.\Delta\varphi$ von gleichem Vorzeichen mit $\varphi_1 + \psi_1$ sein. Wird nun der Werth von $tg.\Delta\varphi$ negativ, wie klein man auch ΔP annehmen mag, so muss $\Delta\varphi$ eine endliche Grösse, und grösser als ein rechter Winkel sein. Bekanntlich ist auch das Gleichgewicht, wenn $\varphi_1 + \psi_1 = 0$ oder negativ ist, entweder indifferent oder labil.

Ist aber $tg.\psi_1 + tg.\varphi_1 > 0$, so folgt, dass $tg.\Delta\varphi$ zugleich mit ΔP eine sehr kleine positive Grösse wird, und dass daher $\Delta\varphi$ selbst eine sehr kleine Grösse sein müsse. Unter dieser Voraussetzung kann man statt $tg.\Delta\varphi$, $\Delta\varphi$ selbst setzen, und es ergibt sich, dass, wenn ΔP eine unendlich kleine Grösse ist, $-\Delta\varphi \cdot \frac{P}{\Delta P} = \frac{1}{tg.\varphi_1 + tg.\psi_1}$ sein müsse. Diesen Quotienten $-\Delta\varphi \cdot \frac{P}{\Delta P}$ werden wir die **Empfindlichkeit** des Hebels nennen. Die Empfindlichkeit des Hebels hängt also nur von den Winkeln φ_1 und ψ_1 ab, die beide Arme mit dem Horizonte bilden, nicht aber von der Länge dieser Arme, und ist für beide Arme dieselbe, nämlich: $\frac{1}{tg.\varphi_1 + tg.\psi_1}$.

Man kann die Empfindlichkeit auch leicht aus der Gleichung I) $rP \cos.\ \psi_1 = \rho\ p \cos.\ \varphi_1$ ableiten, wenn man dieselbe nach P, ψ_1 und φ_1 differentiirt, und $d\psi_1 = -d\varphi_1 = -d\varphi$ setzt. Man erhält alsdann $-d\varphi \cdot \frac{P}{dP} = \frac{1}{tg.\varphi_1 + tg.\psi_1}$. Es kam aber darauf an, nachzuweisen, dass $\Delta\varphi$ einen endlichen Werth annehme,

wenn $\varphi_1 + \psi_1 = 0$ oder negativ wird, was bei dem Resultate der Differentiation nicht klar hervortreten kann, da für diese Fälle die Stammgrösse von $\Delta\varphi$ discontinuirlich wird, und daher eigentlich den Begriff der Differentiation nicht zulässt. Aber zu bemerken ist, dass, wenn bei ähnlichen Fällen sich der Werth von $-d\varphi \cdot \frac{P}{dP}$ negativ findet, dies darauf hindeutet, dass $d\varphi$ eigentlich einen endlichen Werth annimmt, was sich einerseits leicht aus statischen Gründen nachweisen lässt, andrerseits analytisch hervorgeht, wenn man statt $d\varphi$, $tg.\ d\varphi$ einsetzt.

§. 2.

Von dem Gleichgewichte und der Empfindlichkeit zweier starren Linien, die auf irgend eine Weise mit einander verbunden sind, sich um zwei feste Punkte drehen können, und von denen jede in einem gewissen Punkte von einer constanten senkrechten Kraft ergriffen wird.

Vorausgesetzt, die beiden Linien (Fig. 2) seien R und ρ, welche mit dem Horizonte die Winkel φ und ψ bilden, und die durch die Kräfte P und p angegriffen werden, so erhält man nach dem Principe der virtuellen Geschwindigkeiten die Gleichung:

$$\text{I)}\ PR\cos.\psi d\psi + p\rho\cos.\varphi d\varphi = 0.$$

Soll diese Gleichung unabhängig von der Stellung des Systems in Erfüllung gehen, so müssen die virtuellen Geschwindigkeiten von P und p parallel sein, weil alsdann ihre Projectionen auf eine Senkrechte stets in dem Verhältnisse wie sie selbst stehen. Differentiirt man die Gleichung I noch ein Mal nach P und φ, das andere Mal nach p und φ, so erhält man die folgenden Gleichungen, wenn man $d^2\varphi = 0$ setzt:

$$\text{II)}\ \frac{dP}{Pd\varphi} - tg.\psi.\frac{d\psi}{d\varphi} + tg.\varphi + \frac{d^2\psi}{d\psi.d\varphi} = 0,$$

$$\text{III)}\ \frac{dp}{pd\varphi} + tg.\psi.\frac{d\psi}{d\varphi} - tg.\varphi - \frac{d^2\psi}{d\psi.d\varphi} = 0,$$

aus welchen folgt, dass der Ausschlag, der bei einer sehr kleinen Zunahme des Gewichtes P erfolgt, gleich, aber entgegengesetzt von dem ist, der bei einer verhältnissmässigen Zunahme von p folgen würde. Setzen wir nun voraus, von der Lage von ρ hänge die Lage irgend einer starren Linie des Systems ab, an welcher sich die Zunge desselben befindet, welche sich um den Winkel $d\mu$ dreht, wenn sich ρ um den Winkel $d\varphi$ dreht, so hat man $-\frac{dP}{P.d\mu} = \frac{1}{E}$ zu setzen. E selbst soll wie oben die Empfindlichkeit heissen, und man erhält daher

$$\text{IV)}\ \frac{1}{E} = \left\{ tg.\varphi - tg.\psi.\frac{d\psi}{d\varphi} + \frac{d^2\psi}{d\psi.d\varphi} \right\} \frac{d\varphi}{d\mu}.$$

Es ist zu bemerken, dass $tg.\ \varphi$ und $tg.\ \psi$ von der Stellung des Systems, die andern Ausdrücke aber nur von der Verbindung desselben abhängen. Um nun diese Ausdrücke für die Theorie der Brückenwagen näher zu entwickeln, stellen wir zunächst folgende Aufgabe:

§. 3.

Die Differential-Verhältnisse der Winkel eines Vierseits mit vier unveränderlichen Seiten und unveränderlichen Winkeln zu entwickeln.

Bezeichnet $\mathfrak{abfp}$ Fig. 3 ein Vierseit, dessen Seiten $\mathfrak{ab} = C$, $\mathfrak{bf} = r$, $\mathfrak{fp} = D$, $\mathfrak{pa} = R$ unveränderlich sind, so sollen die Differential-Verhältnisse $\frac{d\psi}{d\varphi}$, $\frac{d\alpha}{d\varphi}$, $\frac{d\beta}{d\varphi}$, $\frac{dz}{d\varphi}$, $\frac{d^2\psi}{d\varphi^2}$ und $\frac{d^2z}{d\varphi^2}$ entwickelt werden,

wenn α, β, φ und ψ die Winkel je zweier aufeinander folgender Seiten des Vierseits sind, z den von C und D gebildeten Winkel bedeutet, und $d^2\varphi = 0$ gesetzt wird.

Geht die Linie $\mathfrak{ab}$ in die Lage $\mathfrak{a}_1\mathfrak{b}_1$ über, so bildet $\mathfrak{ab}$ mit $\mathfrak{a}_1\mathfrak{b}_1$ den Winkel dz. Die Projection von $\mathfrak{a}_1\mathfrak{b}_1$ auf $\mathfrak{ab}$ ist $\mathfrak{a}_1\mathfrak{b}_1 \, cos. \, dz = C \, cos. \, dz$, und unterscheidet sich von C nur um eine unendlich kleine Grösse der zweiten Ordnung. Man kann daher die Projection von $\mathfrak{aa}_1$ auf $\mathfrak{ab}$ gleich der Projection von $\mathfrak{bb}_1$ auf dieselbe Linie setzen. Es ist aber $\mathfrak{bb}_1 = r d\varphi$ und die Projection dieser Grösse auf $\mathfrak{ab}$ ist: $r d\varphi \, cos. \left(\beta + \frac{\pi}{2} - \pi\right) = r d\varphi \, sin. \, \beta$. Wenn φ um $d\varphi$ wächst, so nimmt offenbar ψ ab, oder wächst um $-d\psi$. Die Projection von $\mathfrak{aa}_1$ auf $\mathfrak{ab}$ ist $-R d\psi \, sin. \, \alpha$, und man erhält daher die Gleichung: $r d\varphi \, sin. \, \beta = - R d\psi \, sin. \, \alpha$ oder $\frac{d\psi}{d\varphi} = - \frac{r \, sin. \, \beta}{R \, sin. \, \alpha}$.

Aus der Combination von φ mit ψ und β, und von α mit β erhält man auf gleiche Weise folgende drei Gleichungen:

$$1) \; \frac{d\psi}{d\varphi} = - \frac{r \, sin. \, \beta}{R \, sin. \, \alpha} \quad 2) \; \frac{d\beta}{d\varphi} = - \frac{D \, sin. \, \psi}{C \, sin. \, \alpha} \quad 3) \; \frac{d\alpha}{d\beta} = - \frac{r \, sin. \, \varphi}{R \, sin. \, \psi}$$

Multiplicirt man die dritte Gleichung mit der zweiten, so erhält man:

$$4) \; \frac{d\alpha}{d\varphi} = \frac{D r \, sin. \, \varphi}{C R \, sin. \, \alpha}$$

Offenbar ist $\beta + \varphi = \pi + z$, mithin $dz = d\beta + d\varphi$ und daher:

$$5) \; \frac{dz}{d\varphi} = 1 - \frac{D \, sin. \, \psi}{C \, sin. \, \alpha}$$

Differentiirt man die Formel 1) noch einmal, und setzt die für $\frac{d\beta}{d\varphi}$ und $\frac{d\alpha}{d\varphi}$ gefundenen Werthe ein, so erhält man:

$$6) \; \frac{d^2\psi}{d\varphi^2} = \frac{r D}{R C \, sin.^2 \alpha} \left[sin. \, \psi \, cos. \, \beta + \frac{r}{R} sin. \, \beta \, sin. \, \varphi \, cotg. \, \alpha \right]$$

und durch Differentiation der Formel 5) erhält man:

$$7) \; \frac{d^2 z}{d\varphi^2} = \frac{r D}{R C \, sin.^2 \alpha} \left[cos. \, \psi \, sin. \, \beta + \frac{D}{C} sin. \, \psi \, sin. \, \varphi \, cotg. \, \alpha \right].$$

§. 4.

Stellt $\mathfrak{bfn}$, Fig. 4, eine gebrochene starre Linie, $\mathfrak{abfp}$ aber ein Parallel-Trapez dar, in welchem $\mathfrak{bf} \parallel \mathfrak{ap}$ ist, dessen Seiten von unveränderlicher Grösse, dessen Winkel aber veränderlich sind; setzt man ferner voraus, die Punkte $\mathfrak{f}$ und $\mathfrak{p}$ seien feste, und mit $\mathfrak{ab}$ sei eine Ebene fest verbunden, die durch $\mathfrak{bfn}$ geht, und o sei ein Punkt dieser Ebene, — ferner der Punkt o sei mit dem Gewichte P, der Punkt $\mathfrak{n}$ mit dem Gewichte p belastet, so ist 1) das Verhältniss von p: P zu finden, damit sich diese beiden Gewichte das Gleichgewicht halten, und 2) die Empfindlichkeit des Systems oder $-d\varphi \cdot \frac{P}{dP}$ zu ermitteln, wenn $d\varphi$ die Zunahme des Winkels $\mathfrak{bfp}$ bedeutet, welche der Abnahme des Gewichtes P um dP entspricht.

Damit die Gewichte p und P sich das Gleichgewicht halten, muss die Summe ihrer virtuellen Momente gleich 0 sein. Bezeichnet man wie im vorigen Paragraph die Seiten von $\mathfrak{abfp}$ mit C, r, D und R, die Winkel desselben aber mit α, β, φ und ψ, $\mathfrak{fn}$ mit ρ, $\mathfrak{a}o$ mit l, $\angle \, T\mathfrak{fn}$ mit ψ_1, $o\mathfrak{a}q$ mit γ, und stellt HT eine Horizontale vor, so ist das virtuelle Moment von p gleich $pd \, (\rho \, sin. \, \psi_1)$. Um das virtuelle Moment von P zu entwickeln, kann man annehmen, dass der Punkt o bei der unendlich kleinen Bewegung, welcher

die Ebene $o\mathfrak{a}q$ unterworfen ist, zweien Bewegungen zugleich sich unterziehen muss. Indem nämlich der Punkt $\mathfrak{a}$ in seine nächste Lage $\mathfrak{a}_1$ übergeht, soll zunächst die Ebene $o\mathfrak{a}q$ selbst parallel an der entsprechenden Bewegung Theil nehmen. Da aber diese Ebene auch mit der Linie $\mathfrak{a}\mathfrak{b}$ fest verbunden ist, und diese sich bei dieser Bewegung um den $\angle\ dz$ dreht (§. 3), so muss man der Ebene, nachdem sie ihre Parallel-Bewegung vollendet, eine drehende Bewegung um den Punkt $\mathfrak{a}$ beilegen, bei welcher dz das Mass der Drehung ist. Da nun $\mathfrak{a}\mathfrak{p}$ oder $R \parallel r$ ist, also auch mit dem Horizonte den $\angle\ \varphi_1$ bildet, so ist das virtuelle Moment, welches aus der Parallel-Bewegung der Ebene entspringt $Pd\,(R\ sin.\ \varphi_1)$, und das virtuelle Moment, welches aus der Drehung entspringt, gleich $+ Pd\Big(l\ sin.\ (\gamma-\varphi_1)\Big)$. Man erhält also die Gleichung: $pd\,(\rho\ sin.\ \psi_1) + Pd\,(R\ sin.\ \varphi_1) + Pd\Big(l\ sin.\ (\gamma-\varphi_1)\Big) = 0$ wo $d\psi_1 = d\varphi$, $d\varphi_1 = d\psi$ und $d(\gamma-\varphi_1) = dz$ ist. Durch Einsetzung dieser Werthe erhält man mithin die Gleichung:

$$\text{I.}\quad p\rho\ cos.\ \psi_1\ d\varphi + PR\ cos.\ \varphi_1\ d\psi + Pl\ cos.\ (\gamma - \varphi_1)\ dz = 0.$$

Dividirt man diese Gleichung durch $d\varphi$, und setzt

$$\frac{dz}{d\varphi} = 1 - \frac{D\ sin.\ \psi}{C\ sin.\ \alpha}\ (\text{§. 3. Gl. 5}),$$

und bemerkt, dass $D\ sin.\ \psi = C\ sin.\ \alpha$ ist, weil r und R parallel sind, mithin also $dz = 0$ wird, so erhält man die Gleichung:

$$p\rho\ cos.\ \psi_1 = -\ P\,R\ cos.\ \varphi_1 \cdot \frac{d\psi}{d\varphi},$$

und da

$$\frac{d\psi}{d\varphi} = -\frac{r}{R}\cdot\frac{sin.\ \beta}{sin.\ \alpha}\ (\text{§. 2. Gl. I.})$$

ist, so geht diese über in die Gleichung:

$$\text{II.}\quad p\rho\ cos.\ \psi_1 = Pr\ cos.\ \varphi_1$$

aus welcher hervorgeht, dass die Lage des Punktes o in seiner Ebene auf das Gleichgewicht keinen Einfluss übt.

Um die Empfindlickeit des Systems zu entwickeln, muss man die Gleichung I noch einmal nach φ und P differentiiren. Berücksichtigt man, dass $dz = 0$ ist, so erhält man:

$$\text{III.}\quad -p\rho\,sin.\,\psi_1\,d\varphi^2 + PR\,(-\,sin.\,\varphi_1\,d\psi^2 + cos.\,\varphi_1\,d^2\psi) + Pl\,cos.\,(\gamma-\varphi)\,d^2z + R\,cos.\,\varphi_1\,d\psi\,.\,dP = 0.$$

Da nun $r \parallel R$ ist, so ist $\alpha + \beta = \varphi + \psi = \pi$, und die Formeln 6 und 7 des §. 3. gehen in folgende über:

$$\frac{d^2\psi}{d\varphi^2} = -\frac{r\,D\ cos.\ \alpha\ sin.\ \psi}{R\,C\ sin.^2\alpha}\left(1 - \frac{r}{R}\right)$$

und

$$\frac{d^2z}{d\varphi^2} = \frac{r\,D}{R\,C sin.^2\alpha}\ sin.\ (\psi + \alpha).$$

Dividirt man die Gleichung III durch

$$p\rho\ cos.\ \psi_1\ d\varphi^2 = Pr\ cos.\ \varphi_1\ d\varphi^2,$$

und substituirt die eben gefundenen Werthe, so erhält man:

$$-tg.\psi_1 + \frac{R}{r\cos.\varphi_1}\left[-\frac{r^2}{R^2}\sin.\varphi_1 - \cos.\varphi_1.\frac{\cos.\alpha\sin.\psi}{\sin.^2\alpha}.\frac{r}{R}.\frac{D}{C}\left(1-\frac{r}{R}\right)\right]$$
$$+\frac{l\cos.(\gamma-\varphi_1)}{r\cos.\varphi_1}.\frac{rD}{RC\sin.^2\alpha}.\sin.(\psi+\alpha)-\frac{dP}{P}.\frac{1}{d\varphi}=0,$$

und demnach durch Anwendung der hier bereits angegebenen Reductionen

$$\text{IV.}\quad -\frac{dP}{P.d\varphi} = tg.\psi_1 + \frac{r}{R}tg.\varphi_1\left(1-\frac{r}{R}\right)cotg.\alpha + \frac{lD\cos.(\gamma-\varphi_1)\sin.(\psi+\alpha)}{RC\cos.\varphi_1\sin.^2\alpha}.$$

Zieht man von $\mathfrak{b}$ aus die Linie $\mathfrak{bg}$ $\|$ mit D, so wird $\mathfrak{ag} = R - r$ und $\sin.\ \mathfrak{abg} = \sin.\ (\psi + \alpha)$ mithin $\frac{D}{\sin.\alpha} = \frac{R-r}{\sin.(\psi+\alpha)}$. Durch diese Substitution geht das letzte Glied der Gleichung IV in $\frac{l}{C}\left(1-\frac{r}{R}\right)$ $\frac{\cos.(\gamma-\varphi_1)}{\sin.\alpha\cos.\varphi_1}$ über. Offenbar ist aber $\frac{l\cos.(\gamma-\varphi_1)}{\cos.\varphi_1} = \mathfrak{a}q$ und $C\sin.\alpha =$ dem Perpendikel $\mathfrak{bh}$, welches man von $\mathfrak{b}$ auf $\mathfrak{ag}$ fällen kann, und $cotg.\ \alpha = \frac{\mathfrak{bh}}{\mathfrak{ah}}$. Setzt man nun diese Werthe in die Gleichung IV ein, so erhält man:

$$-\frac{dP}{P}.\frac{1}{d\varphi} = tg.\psi_1 + \frac{r}{R}tg.\varphi_1 + \left(1-\frac{r}{R}\right)\frac{\mathfrak{ah}}{\mathfrak{bh}} + \left(1-\frac{r}{R}\right)\frac{\mathfrak{a}q}{\mathfrak{bh}} = tg.\psi_1 + \frac{r}{R}tg.\varphi_1 + \left(1-\frac{r}{R}\right)\left(\frac{\mathfrak{h}q}{\mathfrak{hb}}\right).$$

Nennt man nun den veränderlichen Winkel $\mathfrak{b}q\mathfrak{h}$, ξ, und die Empfindlichkeit $-d\varphi.\frac{P}{dP}$, E, so erhält man die Gleichung

$$\text{V.}\quad -\frac{dP}{P}.\frac{1}{d\varphi} = \frac{1}{E} = tg.\psi_1 + \frac{r}{R}tg.\varphi_1 + \left(1-\frac{r}{R}\right)cotg.\ \xi.$$

Aus dieser Gleichung geht nun hervor: dass die verschiedenen Punkte der Ebene $\mathfrak{ba}q$ verschiedene Empfindlichkeit haben können. Aus der Gleichung IV. folgt aber, dass alle Punkte dieser Ebene, welche in einer physisch senkrechten Linie liegen, gleiche Empfindlichkeit haben. Wenn R und r ungleich sind, so wird die Empfindlichkeit auf der unbegrenzten Linie $\mathfrak{a}q$ alle Grössen von 0 bis ∞ durchlaufen. Bestimmt man nun in unserer Figur den Punkt dieser Linie, für welchen $E = \infty$ wird, so wird die Empfindlichkeit auf der linken Seite dieses Punktes immer mehr abnehmen, je mehr die Entfernung des belasteten Punktes von dem so eben bestimmten Punkte wächst, auf der rechten Seite dieses Punktes geben aber die Punkte der Linie $\mathfrak{a}q$ einen negativen Werth für E. Es ist aber schon im §. 1. darauf hingewiesen worden, dass für diesen Fall die eigentliche Bedeutung des Differential-Ausdruckes von $d\varphi$ aufhört, weil hier eine unendlich kleine Zunahme von φ durch keine unendlich kleine Abnahme von P hervorgebracht werden kann, sondern dass letztere eine endliche Zunahme von φ bewirken müsse. Bei einer solchen Belastung ist also das System nur in labilem Gleichgewicht denkbar, daher von einem eigentlichen Ausschlage nicht die Rede sein kann. Denjenigen Punkt der Linie $\mathfrak{a}q$, für welchen die Empfindlichkeit unendlich gross wird, werden wir den I n d i f f e r e n z - P u n k t nennen. Bezeichnet man ihn mit x, so ist die ihm entsprechende $cotg.\ \xi = \frac{\mathfrak{h}x}{\mathfrak{hb}}$, und man erhält mithin zu seiner Bestimmung die Gleichung:

$$\frac{1}{E} = 0 = tg.\psi_1 + \frac{r}{R}tg.\varphi_1 + \left(1-\frac{r}{R}\right)\frac{\mathfrak{h}x}{\mathfrak{hb}}$$

und

$$\mathfrak{h}x = -\left(tg.\psi_1 + \frac{r}{R}tg.\varphi_1\right)\frac{R}{R-r}.\mathfrak{hb},$$

wo das negative Vorzeichen bedeutet, dass der Punkt x rechts vom Punkte $\mathfrak{h}$ liegt. Findet bei vorliegender Figur die Belastung der Ebene $\mathfrak{b}\mathfrak{a}q$ rechts von diesem Punkte statt, so kann das Gleichgewicht nur labil sein. In dem Punkte x selbst ist es indifferent, und links von diesem Punkte ist es stabil. Nehmen wir den Punkt x selbst als den Anfangspunkt auf der Linie $\mathfrak{a}q$ an, so ist die Entfernung irgend eines Punktes μ von $\mathfrak{h}$ gleich $\mu x + \mathfrak{h}x$, da der obige Werth von $\mathfrak{h}x$ negativ ist, und seine Empfindlichkeit folgt aus der Gleichung:

$$\frac{1}{E} = tg.\,\psi_1 + \frac{r}{R}\,tg.\,\varphi_1 + \left(1 - \frac{r}{R}\right)\left(\frac{\mu x + \mathfrak{h}x}{\mathfrak{h}\mathfrak{b}}\right).$$

Bedenkt man aber, dass

$$0 = tg.\,\psi_1 + \frac{r}{R}\,tg.\,\varphi_1 + \left(1 - \frac{r}{R}\right)\frac{\mathfrak{h}x}{\mathfrak{h}\mathfrak{b}}$$

ist, so erhält man die Gleichung:

$$\text{VI. } \frac{1}{E} = \left(1 - \frac{r}{R}\right)\frac{x\mu}{\mathfrak{h}\mathfrak{b}}.$$

Ist die Ebene $\mathfrak{b}\mathfrak{a}q$ in verschiedenen Punkten belastet, und halten alle diese Lasten dem Gewichte p das Gleichgewicht, so kann man bei der Bestimmung der Empfindlichkeit des Systems voraussetzen, dass sämmtliche Lasten in ihrem Schwerpunkt vereinigt seien, denn die Summe der virtuellen Momente der einzelnen auf der Brücke ruhenden Lasten, ist offenbar gleich dem virtuellen Moment einer Last, welche so gross ist wie die Summe jener, und die sich im Schwerpunkt vereinigt befindet, weil man sich sämmtliche Lasten durch starre Linien ohne Schwere vereinigt, und durch eine eben solche Linie, die durch den Schwerpunkt geht, und sich senkrecht auf die Brücke stützt, getragen denken kann.

Bezeichnet man nun die Summe der einzelnen Lasten mit $S(P)$, den Abstand ihres Schwerpunktes von x mit D, so erhält man die Formel

$$-\frac{dS(P)}{d\varphi} = \frac{\left(1 - \frac{r}{R}\right)}{\mathfrak{h}\mathfrak{b}}\,D.\,S(P).$$

Aber $D.\,S(P)$ ist bekanntlich $= S.\,(\mu x.\,P)$, wo $S\,(\mu x.\,P)$ die Summe aller Gewichte in ihrem respectiven Abstande vom Indifferenz-Punkte bedeutet. Man erhält mithin folgende Gleichung:

$$\text{VII. } -\frac{dS(P)}{d\varphi} = \frac{\left(1 - \frac{r}{R}\right)S\,(\mu x.\,P)}{\mathfrak{h}\mathfrak{b}}$$

Die Ebene $\mathfrak{b}\mathfrak{a}q$ soll eine Brücken-Ebene heissen.

Nehmen wir an, dass mit dem Hebel-Arme fT eine Vertical-Ebene unwandelbar verbunden sei, so mag diese Hebel-Ebene heissen. Diese Hebel-Ebene steht nun mit der Brücken-Ebene in folgendem Gegensatze: In Bezug auf das Gleichgewicht der Last P und des Gewichtes p, sind die horizontalen Verschiebungen der Last auf der Brücke von keinem Einflusse, dagegen sind von dem entschiedensten Einflusse die Verschiebungen des Gewichtes p, nach der Richtung zum Hypomochlium des Hebels. In Bezug auf die Empfindlichkeit sind die verticalen Verschiebungen der Last, in der Brücken-Ebene von keinem Einflusse, dagegen diese Verschiebungen des Gewichtes in der Hebel-Ebene, obgleich sie auf das Gleichgewicht keinen Einfluss haben, für die Empfindlichkeit von dem entschiedensten Einflusse sind. Ferner: die horizontalen Verschiebungen der Last sind für die Empfindlichkeit von entschiedenstem Einflusse, indem die Verschiebungen des Gewichtes auf geraden Linien, die nach dem Hypomochlium des Hebels gehen,

vorausgesetzt, dass die Gewichte in der Art veränderlich angenommen werden, dass sie immer derselben Last das Gleichgewicht halten, keinen Einfluss üben.

Es wird sich zeigen, dass im Allgemeinen diese Eigenschaften bei allen Brückenwagen auftreten müssen, wie auch die Verbindung der Brücke mit dem Hebel beschaffen sein möge.

§. 5.

Bestimmung der Krümmungs-Halbmesser, der von den Punkten der Brücken-Ebene beschriebenen krummen Linien.

Da in dem Parallel-Trapez $\mathfrak{abfp}$ die beiden Linien $\mathfrak{bf}$ und $\mathfrak{ap}$ parallel sind, mithin die Punkte $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{b}$ bei einer unendlich kleinen Bewegung parallele Wege beschreiben, so müssen alle Punkte der Brücken-Ebene $\mathfrak{ba}q$ parallele Wege beschreiben, und die Normalen der von den einzelnen Punkten beschriebenen unendlich kleinen Bögen müssen mit den Linien R und r parallel sein. Nehmen wir nun an, es solle der Krümmungs-Radius des von dem Punkte o beschriebenen unendlich kleinen Bogens bestimmt werden, (Fig. 5) so wollen wir für jetzt die Winkel φ_1 und $\psi_1 = 0$ setzen. Ist nun der Krümmungs-Radius des vom Punkte o beschriebenen Weges on oder r_1, so kann man die Empfindlichkeit dieses Punktes entweder unmittelbar nach dem vorigen Paragraphen durch die Formel

$$\frac{1}{E} = \left(1 - \frac{r}{R}\right)\frac{\mathfrak{h}q}{\mathfrak{bh}}$$

bestimmen; oder man kann auch $o\mathfrak{bf}n$ als das gegebene Parallel-Trapez ansehen, und erhält

$$\frac{1}{E} = \left(1 - \frac{r}{r_1}\right)\frac{\mathfrak{h}_1 o}{\mathfrak{bh}_1}.$$

Hiernach ist

$$\left(1 - \frac{r}{R}\right)\frac{\mathfrak{h}q}{\mathfrak{bh}} = \left(1 - \frac{r}{r_1}\right)\frac{\mathfrak{h}_1 o}{\mathfrak{bh}_1}.$$

Da aber $\mathfrak{h}_1 o = \mathfrak{h} q$ ist, so erhält man:

$$r_1 = R \,.\, r \frac{\mathfrak{hb}}{\mathfrak{hh}_1 \,.\, R + \mathfrak{h}_1\mathfrak{b} \,.\, r},$$

woraus folgt, dass zu allen Punkten der Brücken-Ebene, welche in Linien liegen, die r und R parallel sind, gleiche Krümmungs-Halbmesser gehören.

§. 6.

Die Roberval'sche Wage.

Diejenigen Constructionen wirklicher Brückenwagen, welche sich unmittelbar an das Vorhergehende anschliessen, kann man mit Recht nach ihrem ersten Erfinder Roberval'sche nennen. Bei den grösseren derselben, welche eine beträchtliche Breite erhalten sollen, muss der Wagebalken gabelförmig auslaufen, damit die Hauptschneide desselben noch etwas breiter wie die Brücke wird, und er an zwei Punkten, die ebenfalls um die Breite der Brücke aus einander stehen, den Brückenkörper angreifen könne. Fig. 6 stellt eine solche Brückenwage perspectivisch, Fig. 7 den Durchschnitt einer solchen vor.

Ist $r = R$, oder $ab = de$, so hat man wie bei der zweischenkeligen Wage $\frac{1}{E} = tg.\,\varphi_1 + tg.\,\psi_1$ und $PR\,cos.\,\psi_1 = p\rho\,cos.\,\varphi_1$. Unter dieser Voraussetzung ist aber die Wage von der Stellung abhängig, denn mit der Stellung ändern sich die Winkel φ_1 und ψ_1, welche die Arme des Wagebalkens mit dem Horizonte bilden, mithin das Verhältniss von $p : P$. Damit die Wage also ein richtiges Resultat gibt, muss sie zuvor in die richtige Lage gebracht werden, was durch bekannte Vorrichtungen geschehen kann. Da

aber dies oft vernachlässiget wird, so soll hier gezeigt werden, wie man dieselbe unabhängig von der Stellung machen kann. Dies geschieht, indem man zunächst $\varphi_1 + \psi_1 = 0$ macht. Durch eine veränderte Neigung der Wage wird der eine dieser Winkel eben so viel zunehmen wie der andere abnehmen, daher in jeder Stellung $cos.\ \varphi_1 = cos.\ \psi_1$ sein. Hiedurch wird offenbar obige Gleichung unabhängig von der Stellung der Wage. Es ist aber

$$\frac{1}{E} = \left(1 - \frac{r}{R}\right) cotg.\ \xi + \frac{r}{R} tg.\ \varphi_1 + tg.\ \psi_1$$

und daher für diesen Fall

$$\frac{1}{E} = \left(1 - \frac{r}{R}\right) (cotg.\ \xi - tg.\ \varphi_1).$$

Damit also das Gleichgewicht stabil werde, muss, wenn $r < R$, auch $cotg.\ \xi$ immer $> tg\ \varphi_1$ werden. Beides würde durch eine Construction wie Taf. X, Fig. 8, zeigt, erreicht werden. Es ist aber wohl zu bemerken, dass die Empfindlichkeit solcher Wagen auf zweifache Weise veränderlich ist. Sie hängt 1) von dem $\angle \xi$ ab, oder von der Stelle, welche die Last auf der Brücke einnimmt, und wird um so geringer sein, je mehr die Last sich dem Ende der Brücke nähert, und 2) hängt sie von der Stellung der Wage oder von dem $\angle \varphi_1$ ab. Es ergibt sich aus der vorigen Gleichung, dass die Verbindungs-Linie von der Schneide des Wagebalkens, welche in die Brücke eingreift, bis zum Schwerpunkt der Last, durch die Neigung der Brücke nicht die senkrechte Richtung erreichen darf, ohne dass das Gleichgewicht indifferent wird. Dieselbe zweifache Abhängigkeit der Empfindlichkeit von der Stellung der Wage und von der Lage der Last auf der Brücke, ist aber einem grossen Theile der sonst gebräuchlichen Brückenwagen eigen.

Über das Ajustement des Wagebalkens ist noch zu bemerken, dass, wenn die Wage so beschaffen sein soll, dass sie bei Veränderungen der Lage dennoch immer richtig einspiele, ein Theil des in dem Schwerpunkte des Wagebalkens vereinigten Gewichtes desselben, mit der unteren Strebe in indifferentem Gleichgewichte sein muss, und ein anderer Theil nebst der Schale mit dem Gewichte des Brückenkörpers. Dies wird dadurch erreicht, dass der Schwerpunkt des Wagebalkens auf die gerade Linie zwischen seinen drei Schneiden fällt, und der Schwerpunkt der Strebe auf die Linie zwischen ihren Pfannenschnitten.

§. 7.

Über die Abhängigkeit der Empfindlichkeit jeder Brückenwage von der Stellung der Last auf der Brücke.

Auf welche Weise der Brückenkörper einer Wage auch gehoben werden mag, wenn derselbe, wie es in seinem Begriffe liegt, in Bezug auf das Gleichgewicht, gleichgiltig gegen den Ort der Belastung sein soll, so müssen bei einer unendlich kleinen Bewegung aus der Normal-Stellung die verschiedenen Punkte desselben Bögen mit parallelen Tangenten beschreiben. Die Krümmungs-Radien zweier solcher Bögen können willkürlich angenommen werden, und wenn, wie es bei den bis jetzt in Gebrauch gekommenen Constructionen der Fall ist, je zwei solcher Krümmungs-Radien selbst parallel sind, so kann man jede solcher Brücken als die Brücke einer Roberval'schen Wage ansehen. Nimmt man nun einen Augenblick an, der Krümmungs-Radius des unendlich kleinen Weges, den der Punkt a, Fig. 9, beschreibt, sei fest mit dem Wagebalken bc oder ρ verbunden, und bezeichnet man mit Δ und Δ_1 die verschiedenen Zunahmen des Gewichtes P, die an den Stellen t und t_1 einen gleichen Ausschlag bewirken, so hat man die beiden Gleichungen:

$$-\frac{\Delta}{P} \cdot \frac{1}{d\varphi} = tg.\ \varphi_1 + tg.\ \psi_1 \cdot \frac{r}{R} + \left(1 - \frac{r}{R}\right) cotg.\ \xi$$

$$-\frac{\Delta_1}{P} \cdot \frac{1}{d\varphi} = tg.\ \varphi_1 + tg.\ \psi_1 \cdot \frac{r}{R} + \left(1 - \frac{r}{R}\right) cotg.\ \xi_1$$

Multiplicirt man beide Gleichungen mit $\frac{d\varphi}{d\psi} = -\frac{R}{r}$ und zieht sie von einander ab, so erhält man:

$$-\frac{\Delta}{P} \cdot \frac{1}{d\psi} + \frac{\Delta_1}{P} \cdot \frac{1}{d\psi} = -\left(\frac{R}{r} - 1\right)(cotg.\, \xi - cotg.\, \xi_1)$$

eine Gleichung, welche ganz unabhängig von der Art und Weise sein muss, wie die Brücke gehoben wird, weil man sie auch als Bedingungs-Gleichung dafür ansehen kann, dass die virtuellen Momente von $P + \Delta$ und $P + \Delta_1$ an den Punkten t und t_1, nachdem sich R um den $\angle\, d\psi$ gesenkt hat, gleich sind; denn beide virtuellen Momente müssen dem virtuellen Momente von p, nachdem sich ρ um den $\angle\, d\varphi$ gehoben hat, gleich sein.

Nimmt man nun an, dass sich der wirkliche Wagebalken um den $\angle\, d\mu$ hebt, wenn sich R um $d\psi$ senkt, so erhält man aus jener Gleichung durch Multiplication mit $\frac{d\psi}{d\mu}$ die folgende:

$$-\frac{\Delta}{P} \cdot \frac{1}{d\mu} + \frac{\Delta_1}{P} \cdot \frac{1}{d\mu} = -\left(\frac{R}{r} - 1\right)(cotg.\, \xi - cotg.\, \xi_1)\frac{d\psi}{d\mu}$$

oder

$$\frac{1}{E} = \frac{1}{E_1} - \left(\frac{R}{r} - 1\right)(cotg.\, \xi - cotg.\, \xi_1)\frac{d\psi}{d\mu}.$$

Kennt man also die Empfindlichkeit irgend einer Brückenwage an einer beliebigen Stelle, und ausserdem R und r ihrer Grösse und Lage nach, sowie $\frac{d\psi}{d\mu}$, so kann man die Empfindlichkeit an jeder anderen Stelle angeben. Auch kann man durch diese Formel leicht darthun, dass, wenn man die Empfindlichkeit zweier verschiedenen Stellen einer Brücke kennt, man die Empfindlichkeit an jeder anderen Stelle leicht berechnen kann.

§. 8.

Von der Empfindlichkeit der Roberval'schen Wage mit zwei Brücken.

Nimmt man an, dass sich in einer einfachen Roberval'schen Wage die Last senkrecht unter dem Aufhängepunkte der Brücke befinde, so kann man auch annehmen, dass sich in Bezug auf die Empfindlichkeit dieselbe im Aufhängepunkte vereinigt befinde (§. 5). Man erhält hier also wie beim einfachen Wagebalken die Formel

$$\frac{1}{E} = tg.\, \varphi_1 + tg.\, \psi_1.$$

Geht nun aber der Belastungspunkt, aus der Lage q senkrecht unter dem Aufhängepunkt m, in die Lage p über (Fig. 10), so erhält man nach §. 7 für diesen Punkt die Gleichung:

$$\frac{1}{E} = \frac{1}{E_1} - \left(\frac{R}{r} - 1\right)(cotg.\, \xi - cotg.\, \xi_1)\frac{d\psi}{d\mu}$$

und mithin, da hier

$$\frac{1}{E_1} = tg.\, \varphi_1 + tg.\, \psi_1,\ cotg.\, \xi - cotg.\, \xi_1 = \frac{pq}{H} \text{ oder } \frac{D}{H}$$

ist, wenn H den senkrechten Abstand von r und R bezeichnet, und $\frac{d\psi}{d\mu} = -\frac{r}{R}$ ist, erhält man für den veränderlichen Punkt p die Gleichung

$$\frac{1}{E} = tg.\, \varphi_1 + tg.\, \psi_1 + \left(1 - \frac{r}{R}\right)\frac{D}{H},$$

die, wie man sich leicht überzeugen kann, mit der Formel des §. 6, ihrem Werthe nach, übereinstimmt.

Da die Empfindlichkeit der Wage dieselbe bleibt, ob sich die Last senkrecht unter dem Aufhängepunkt der Brücke, oder in demselben befindet, so muss das virtuelle Moment von $P + \Delta$, nachdem sich die Strebe um den $\angle d\psi$ geneigt hat, dasselbe sein, in welchem Punkte der senkrechten Linie, die durch den Aufhängepunkt geht, und die zum Brückenkörper gehört, sich diese Last befinde. Befindet sich demnach die Zunge einer Roberval'schen Wage mit zwei Brücken am Wagebalken, und die beiden Lasten senkrecht unter den Aufhängepunkten a und c (Fig. 11), so muss auch hier die Gleichung gelten

$$\frac{1}{E} = tg.\ \varphi_1 + tg.\ \psi_1.$$

Denn diese gibt nur an, dass das virtuelle Moment von $P + \Delta$, nachdem sich R oder de um den $\angle d\psi$ gedreht hat, gleich dem virtuellen Momente von Q sei, nachdem sich R_1 oder fg um den entsprechenden $\angle d\psi_1$ gedreht hat; da diese Gleichung richtig für die Aufhängepunkte selbst ist, so ist sie auch für alle die Punkte beider Brückenkörper richtig, die unter jenen liegen. Verlegt man nun die Last P nach dem Punkte p, dessen Entfernung von q gleich D ist, so wird man hiedurch wie oben

$$\frac{1}{E} = tg.\ \varphi_1 + tg.\ \psi_1 + \left(1 - \frac{r}{R}\right)\frac{D}{H}$$

erhalten, wo H den senkrechten Abstand von r und R bedeutet, und $D = pq$ ist. Verlegt man nun auch die Last Q von dem Punkte q_1 nach p_1, so wird man wieder durch Anwendung derselben Formel des §. 7 erhalten:

$$\frac{1}{E} = tg.\ \varphi_1 + tg.\ \psi_1 + \left(1 - \frac{r}{R}\right)\frac{D}{H} + \left(1 - \frac{r_1}{R_1}\right)\frac{D_1}{H_1}$$

wo H_1 die Entfernung von r_1 bis R_1 bedeutet, und $D_1 = p_1 q_1$ ist. Diese Formel gibt ganz allgemein die Empfindlichkeit einer Roberval'schen Wage mit zwei Brücken an, und es ist leicht, von ihr ähnliche Ableitungen zu machen, wie sie oben für einfache Roberval'sche Wagen gemacht sind.

§. 9.

Die George'sche Wage.

Die George'sche Wage unterscheidet sich insoferne von der Roberval'schen, als die Functionen, welche bei der Roberval'schen der Wagebalken allein auszuführen hat, hier von zwei besonderen Theilen verrichtet werden. Der Wagebalken der George'schen Wage hat die Brücke nicht zu leiten, sondern auf dieselbe nur einen Hub von bestimmter Richtung auszuüben, und hängt durch eine Kette mit einem festen Punkte der Brücke zusammen; dafür tritt aber noch ein besonderer Theil, eine Kette, die parallel mit der Strebe ist, und welche die Strebenkette heissen mag, ein.

Der Wagebalken (Fig. 12) ist abE, ik die Strebe, am die Kette, welche die Schneide a des Wagebalkens mit der Nase sn, welche fest an der Brücke sitzt, verbindet. Der erwähnte besondere Theil ist die Strebenkette fg. Die Strebe ik und die Strebenkette fg müssen parallel sein, wenn die Stellung der Last auf der Brücke, in Bezug auf das Gleichgewicht gleichgültig sein soll, denn nur in diesem Falle sind die virtuellen Geschwindigkeiten der verschiedenen Punkte der Brücke von gleicher Grösse. Es versteht sich von selbst, dass wie bei der Roberval'schen Wage die Strebe doppelt sein muss, hier Strebe und Strebenkette doppelt sein müssen, und dass der Wagebalken gabelförmig geformt sein muss. (Vgl. §. 6.)

Um die Empfindlichkeit dieser Wage zu bestimmen, sollen $\mathfrak{b}$, $\mathfrak{f}$ und $\mathfrak{c}$ (Fig. 13) die drei Schneiden des Wagebalkens vorstellen, $fg = l$ die Strebenkette, $ik = L$ die Strebe und $\mathfrak{b}\mathfrak{a}$ die Kette, welche die

Schneide $\mathfrak{b}$ mit der Nase *sn* verbindet. Gesetzt, $\mathfrak{a}$ beschreibe bei der Schwingung der Wage einen Kreisbogen, dessen Radius $\mathfrak{a}\mathfrak{p} = R$ ist, so ist zunächst zu bemerken, dass $\mathfrak{a}\mathfrak{p}$ parallel mit fg und ik sein muss. Bilden also diese mit dem Horizonte den $\angle \psi_1$, so bildet R einen gleichen Winkel mit demselben. Setzt man nun $\mathfrak{f}\mathfrak{c} = \rho$ und den Winkel, welchen ρ mit dem Horizonte bildet $= \varphi_1$, so ist, wenn sich die Last P im Punkte $\mathfrak{a}$ befindet (§. 2)

$$-\frac{dP}{Pd\varphi} = tg.\ \varphi_1 - tg.\ \psi_1 \cdot \frac{d\psi}{d\varphi} + \frac{d^2\psi}{d\psi\ .\ d\varphi}.$$

Es ist aber (§. 3, Gl. 4 und 6)

$$\frac{d\psi}{d\varphi} = -\frac{r\ sin.\ \beta}{R\ sin.\ \alpha} \text{ und } \frac{d^2\psi}{d\varphi^2} = \frac{rD}{RC\ sin.\ ^2\alpha}\left[sin.\ \psi\ cos.\ \beta + \frac{r}{R}\ sin.\ \beta\ sin.\ \varphi\ cotg.\ \alpha\right],$$

mithin

$$\frac{d^2\psi}{d\psi\ .\ d\varphi} = -\frac{D}{C\ sin.\ \alpha\ sin.\ \beta}\left[sin.\ \psi\ cos.\ \beta + \frac{r}{R}\ sin.\ \beta\ sin.\ \varphi\ cotg.\ \alpha\right]$$

und daher

$$-\frac{dP}{P}\cdot\frac{1}{d\varphi} = tg.\ \varphi_1 + \frac{r}{R}\cdot\frac{sin.\ \beta}{sin.\ \alpha}\ .\ tg.\ \psi_1 - \frac{D}{C\ sin.\ \alpha}\left[sin.\ \psi\ cotg.\ \beta + \frac{r}{R}\ sin.\ \varphi\ cotg.\ \alpha\right].$$

Ist D und C oder $\mathfrak{f}\mathfrak{p}$ und $\mathfrak{a}\mathfrak{b}$, wie es meistentheils der Fall ist, im Verhältnisse zu r sehr gross, und die Neigung von r und R sehr klein, so kann man mit grosser Annäherung

$$\frac{D}{C} = \frac{sin.\ \alpha}{sin.\ \psi}$$

setzen, und erhält:

$$-\frac{dP}{P}\cdot\frac{1}{d\varphi} = tg.\ \varphi_1 + \frac{r}{R}\cdot\frac{sin.\ \beta}{sin.\ \alpha}\ .\ tg.\ \psi_1 - cotg.\ \beta - \frac{r\ sin.\ \varphi}{R\ sin.\ \psi}\ cotg.\ \alpha.$$

Soll die Stellung keinen Einfluss auf das Verhältniss $p : P$ haben, so muss $\varphi_1 + \psi_1 = 0$ sein. Legt man die drei Schneiden des Wagebalkens $\mathfrak{b}$, $\mathfrak{f}$ und $\mathfrak{c}$ in gerader Linie, so ist $\pi = \alpha + \beta = \varphi + \psi$, und man erhält daher

$$-\frac{dP}{P}\cdot\frac{1}{d\varphi} = (tg.\ \varphi_1 + cotg.\ \alpha)\left(1 - \frac{r}{R}\right).$$

Sind nun wie bei den gewöhnlichen Constructionen dieser Wagen, Strebe und Strebenkette oder l und L einander gleich, so ist R mit beiden gleich, und die Wage hat alsdann, in welchem Punkte sie auch belastet werden mag, gleiche Empfindlichkeit, da die virtuellen Geschwindigkeiten aller Punkte der Brücke gleich sein müssen. Die Empfindlichkeit bleibt aber auch in diesem Falle von der Neigung der Brücke, oder von der Stellung der Wage abhängig, und ist um so grösser je kleiner der $\angle \varphi_1$ ist. Ist l nicht $= L$, so ist

$$R = l\ .\ L\ .\ \frac{H}{Lh + lh_1}\ (§.\ 5),$$

wo H, h und h_1 die Entfernungen von L und l, von L und R und von l und R bedeuten. Dieser Werth ist alsdann in die obigen Gleichungen dieses Paragraphen einzusetzen und $\frac{1}{E_1}$ zu bestimmen. Dann erhält man für die Empfindlichkeit jedes anderen Punktes der Brücke, nach §. 7 die Gleichung:

w

$$\frac{1}{E} = \frac{1}{E_1} - \left(\frac{R}{r} - 1\right)(cotg.\ \xi - cotg.\ \xi_1)\frac{d\psi}{d\mu}$$

oder hier:

$$\frac{1}{E} = \frac{1}{E_1} + \left(1 - \frac{r}{R}\right)\frac{D}{H_1} \cdot \frac{sin.\ \beta}{sin.\ \alpha}$$

wo H_1 die Entfernung von r und R, und D die Entfernung des Schnittpunktes einer Senkrechten mit der Verlängerung von R bedeutet, wenn diese Senkrechte durch den Punkt der Belastung geht, bis zum Punkte $\mathfrak{a}$.

§. 10.

Die Strassburger Brückenwage (Taf. XI, Fig. 14 und 15).

In der Durchschnitts-Zeichnung stellt $\mathfrak{p}\mathfrak{f}\mathfrak{a}$ einen Hebel (das Dreieck bei wirklichen Constructionen), $\mathfrak{f}\mathfrak{a}_1$, die Brücke, $\mathfrak{b}\mathfrak{b}_1$, $\mathfrak{f}\mathfrak{c}$ den Wagebalken vor, $\mathfrak{a}\mathfrak{b}$ und $\mathfrak{a}_1\mathfrak{b}_1$ sind zwei Ketten, welche den Wagebalken mit dem Hebel und der Brücke verbinden.

Damit die Brücke in allen Punkten gleiche virtuelle Geschwindigkeit habe, wenn der Wagebalken sich unendlich wenig bewegt, ist es hinreichend, wenn dieselbe in zwei verschiedenen Punkten, wie $\mathfrak{f}$ und $\mathfrak{a}_1$ gleiche virtuelle Geschwindigkeit hat. Da sie alsdann in allen Punkten gleiche virtuelle Geschwindigkeit haben muss, so müssen auch die virtuellen Momente einer Last, unabhängig von dem Punkte der Belastung der Brücke sein. Wählt man nun die Bezeichnung der Figuren, welche der der §§. 3 und 4 entspricht, und bezeichnet den Winkel, welchen $\mathfrak{p}\mathfrak{f}$ oder ρ_1 mit dem Horizonte bildet mit $-\nu$, so ist die virtuelle Geschwindigkeit des Punktes $\mathfrak{f} = d\rho_1\ sin.\ (-\nu) = \rho_1\ cos.\ \nu\, d(-\psi) = -\ \rho_1\ cos.\ \nu\, d\psi$; die virtuelle Geschwindigkeit des Punktes $\mathfrak{a}_1$ ist:

$$dR_1\ sin.\ (-\nu) = -\ R_1\ cos.\ \nu\, d\psi_2,$$

wo R_1 den Krümmungs-Radius des Bogens bedeutet, den $\mathfrak{a}_1$ bei sehr kleiner Bewegung beschreibt. Da die Bögen, welche k und $\mathfrak{a}_1$ bei sehr kleiner Bewegung beschreiben, parallele Tangenten haben müssen, weil sonst diese Punkte nicht gleiche virtuelle Geschwindigkeiten haben könnten, so sind auch ihre zugehörigen Krümmungs-Radien, nämlich ρ_1 und das noch unbekannte R_1 oder $\mathfrak{p}\mathfrak{f}$ und $\mathfrak{p}_1\mathfrak{a}_1$ parallel, und bilden also gleiche Winkel $-\ \nu$ mit dem Horizonte. Setzt man nun die virtuellen Geschwindigkeiten von $\mathfrak{f}$ und $\mathfrak{a}_1$ einander gleich, so erhält man

$$\rho_1\ cos.\ \nu\, d\psi = R\ cos.\ \nu\, d\psi_2.$$

Nun ist (Gl. I, §. 3)

$$\frac{d(-\psi)}{d\varphi} = -\frac{r\ sin.\ \beta}{R\ sin.\ \alpha},\ \frac{d(-\psi_2)}{d\varphi} = -\frac{r_1\ sin.\ \beta_2}{R_1\ sin.\ \alpha_2},$$

mithin

$$\frac{d\psi}{d\psi_2} = \frac{r}{R} \cdot \frac{R_1}{r_1} \cdot \frac{sin.\ \beta\ sin.\ \alpha_2}{sin.\ \alpha\ .\ sin.\ \beta_2}$$

und daher

$$\text{I.)}\ \rho_1\ cos.\ \nu\ .\ \frac{rR_1}{Rr_1} \cdot \frac{sin.\ \beta}{sin.\ \alpha} \cdot \frac{sin.\ \alpha_2}{sin.\ \beta_2} = R_1\ cos.\ \nu,$$

woraus folgt, dass

$$\text{II.)}\ \rho_1\ sin.\ \alpha_2 : R\ sin.\ \alpha = r_1\ sin.\ \beta_2 : r\ sin.\ \beta.$$

Es ist bei dieser Ableitung allerdings schon vorausgesetzt, dass ρ_1 und R_1 parallel sind; — dies kann aber auch mit Recht geschehen, denn wären die Winkel $-\nu$ auch nicht unter einander gleich, so liessen

sich doch die Grössen ρ_1, r und r_1 so annehmen, dass sie die Gleichung I realisirten. Ist diese Gleichung aber realisirt, so ist $\mathfrak{a}_1\mathfrak{f}$ eine Brücke, und ρ_1 muss parallel R_1 oder beide Winkel $-\nu$ müssen gleich sein.

Zieht man durch $\mathfrak{f}$ eine Linie $\mathfrak{a}_2\mathfrak{b}_2 \parallel \mathfrak{a}_1\mathfrak{b}_1$, so heisst offenbar die Proportion II: dass sich die Perpendikel von $\mathfrak{p}$ auf $\mathfrak{a}_2\mathfrak{b}_2$ und $\mathfrak{ab}$ gefällt, verhalten müssen, wie die Perpendikel von $\mathfrak{f}$ auf $\mathfrak{a}_1\mathfrak{b}_1$ und $\mathfrak{ab}$ gefällt.

Um die Empfindlichkeit einer Strassburger Wage im Allgemeinen beurtheilen zu können, müsste man zunächst den Krümmungs-Radius R_1 aus den gegebenen Stücken berechnen. Da dies aber einerseits eine ziemlich weitläufige Rechnung voraussetzt, und andererseits die Empfindlichkeit bei den gewöhnlichen Constructionen sich mit grosser Annäherung ohne diese Rechnung angeben lässt, so soll hier gezeigt werden, wie sich diese Wagen leicht so einrichten lassen, dass die Brücke überall gleiche Empfindlichkeit habe, und wie jene angenäherte Rechnung zu führen sei.

Es kommt zunächst darauf an, die Empfindlichkeit der Brücke an den Punkten $\mathfrak{f}$ und $\mathfrak{a}_1$ zu entwickeln. Nennen wir die erstere E_1 die zweite E_2, so erhalten wir (§. 2)

$$\frac{1}{E_1} = tg.\ \varphi_1 - tg.\ (-\nu)\ \frac{d(-\psi)}{d\varphi} + \frac{d^2(-\psi)}{d(-\psi)\,d\varphi}.$$

Es ist aber

$$\frac{d(-\psi)}{d\varphi} = -\frac{r\ sin.\ \beta}{R\ sin.\ \alpha}$$

und

$$\frac{d^2(-\psi)}{d\varphi^2}\cdot\frac{d\varphi}{d(-\psi)} = -\frac{D}{C\,sin.\ \alpha}\left[sin.-\psi\,cotg.\,\beta + \frac{r}{R}\,sin.\ \varphi\ cotg.\ \alpha\right].$$

Setzt man aber voraus, dass ρ_1 mit R seiner Richtung nach zusammenfällt, und dass mit beiden r parallel sei, so ist

$$\frac{D}{C} = \frac{sin.\ \alpha}{sin.(-\psi)}\ \text{und}\ \frac{sin.\ \beta}{sin.\ \alpha} = \frac{sin.\ \varphi}{sin.\ (-\psi)} = -1$$

und mithin

$$\frac{d(-\psi)}{d\psi} = +\frac{r}{R}$$

und

$$-\frac{d^2(-\psi)}{d\varphi\,d(-\psi)} = cotg.\ \beta - \frac{r}{R}\,cotg.\ \alpha = -\,cotg.\ \alpha\left(1+\frac{r}{R}\right)$$

und daher

$$\frac{1}{E_1} = tg.\ \varphi_1 + \frac{r}{R}\ tg.\ (-\nu) + \left(1+\frac{r}{R}\right) cotg.\ \alpha.$$

Setzt man nun voraus, dass r_1 ebenfalls mit R_1 parallel sei, so erhält man auf gleiche Weise:

$$\frac{1}{E_2} = tg.\ \varphi_1 + \frac{r_1}{R_1}\ tg.\ (-\nu) + \left(1+\frac{r_1}{R_1}\right) cotg.\ \alpha_2.$$

Sind nun auch beide Ketten $\mathfrak{ab}$ und $\mathfrak{a}_1\mathfrak{b}_1$ parallel, und liegt auch R mit R_1 in derselben Richtung, so ist $\alpha_2 = \alpha$ und (§. 5) $R_1 = \rho_1$, und mithin

$$\frac{1}{E_2} = tg.\ \varphi_1 + \frac{r_1}{R_1}\,tg.\ (-\nu) + \left(1+\frac{r_1}{\rho_1}\right) cotg.\ \alpha.$$

Unter den gemachten Voraussetzungen geht aber die Proportion II) in: $\rho_1 : R = r_1 : r$ über, woraus $\frac{r_1}{\rho_1} = \frac{r}{R}$ folgt. Hiernach ist also $\frac{1}{E_1} = \frac{1}{E_2}$. Diese Gleichung kann aber nur stattfinden, wenn die Krümmungs-Radien der Wage, welche sämmtliche Punkte der Brücken bei einer unendlich kleinen Bewegung beschreiben, gleich sind (§. 7). Dies letztere muss also stattfinden, wenn ρ_1 und R in gerader Linie liegen, ebenso r und r_1 und wenn die beiden Ketten parallel sind. Legt man mithin die drei Schneiden des oberen Wagebalkens mit dem Hypomochlium $\mathfrak{f}$ in gerader Linie, ebenso die drei Schneiden des unteren Wagebalkens (des Dreieckes) nämlich $\mathfrak{p}$, $\mathfrak{f}$ und $\mathfrak{a}$, und macht die beiden Ketten parallel, so ist die Empfindlichkeit der Brücke auf allen Punkten gleich:

$$tg.\, \varphi_1 \left(1 - \frac{r_1}{\rho_1}\right) + \left(1 + \frac{r_1}{\rho_1}\right) cotg.\, \alpha.$$

Nur das erste Glied dieses Ausdruckes hängt von der Stellung der Wage ab. Das Gleichgewicht selbst ist aber von der Stellung unabhängig (§. 2). Bei horizontaler Stellung des Wagebalkens erhält man

$$\frac{1}{E} = \left(1 + \frac{r_1}{\rho_1}\right) tg.\, x,$$

wenn x den Winkel bedeutet, den bei dieser Stellung eine physisch senkrechte Linie, die in $\mathfrak{b}$ gezogen ist, mit der Kette $\mathfrak{b}\mathfrak{a}$ bildet.

Die gewöhnlichen Constructionen weichen sehr von den hier aufgestellten Regeln ab. Da aber die Punkte $\mathfrak{p}$, $\mathfrak{f}$ und $\mathfrak{a}$ so ziemlich immer in gerader Linie liegen, so wird man sich nicht sehr von der Wahrheit entfernen, wenn man annimmt, dass diese drei Punkte wirklich in gerader Linie liegen. Alsdann ist R_1 bekannt und gleich ρ_1 und $\mathfrak{f}\mathfrak{p}_1$ leicht zu ermitteln.

Durch die obigen Formeln kann man nun $\frac{1}{E_1}$ und auf gleiche Weise $\frac{1}{E_2}$ bestimmen. Denkt man sich nun durch den Schwerpunkt o der Last eine senkrechte Linie gelegt, und nennt den Schnittpunkt derselben mit der Linie $\mathfrak{p}\mathfrak{f}$, w, und nimmt an, irgend ein Punkt z der Brücke, der ausser der Linie $\mathfrak{p}\mathfrak{f}$ liegt, beschreibe bei einer unendlich kleinen Bewegung der Brücke einen Bogen, dessen Krümmungs-Radius ρ_2 ist, so erhält man, wenn E die Empfindlichkeit des Punktes w ist, nach §. 7, folgende Gleichungen:

$$\frac{1}{E_2} - \frac{1}{E_1} = \left(1 - \frac{\rho_1}{\rho_2}\right) (cotg.\, \xi_2 - cotg.\, \xi_1)\, \frac{d(-\psi)}{d\varphi_1}$$

$$\frac{1}{E} - \frac{1}{E_1} = \left(1 - \frac{\rho_1}{\rho_2}\right) (cotg.\, \xi - cotg.\, \xi_1)\, \frac{d(-\psi)}{d\varphi_1}.$$

Da nun aber

$$cotg.\, \xi - cotg.\, \xi_1 : cotg.\, \xi_2 - cotg.\, \xi_1 = \mathfrak{f}w : \mathfrak{f}\mathfrak{a}_1$$

verhält, so ist

$$\frac{1}{E} - \frac{1}{E_1} = \left(\frac{1}{E_2} - \frac{1}{E_1}\right) \frac{\mathfrak{f}w}{\mathfrak{f}\mathfrak{a}_1}$$

und daher

$$\frac{1}{E} = \frac{1}{E_1} + \left(\frac{1}{E_2} - \frac{1}{E_1}\right) \frac{\mathfrak{f}w}{\mathfrak{f}\mathfrak{a}_1}.$$

$d\psi$ ist der unendlich kleine Winkel, den ρ_1 beschreibt, wenn ρ den Winkel $d\varphi_1$ macht.

§. 11.

Da es von theoretischem Interesse ist, den Krümmungs-Radius R_1 zu bestimmen, auch wenn $\mathfrak{p}_1$, $\mathfrak{f}$ und $\mathfrak{a}_1$ nicht in gerader Linie liegen, so soll hier der Weg angedeutet werden, wie dies auf die einfachste Weise geschehen kann.

Wenn bei einer George'schen Wage die Last im Angriffspunkte der Kette in $\mathfrak{a}$ concentrirt ist, so wurde im §. 9 der Ausdruck gefunden:

$$-\frac{dP}{P} \cdot \frac{1}{d\varphi} = tg.\ \varphi_1 + \frac{r}{R} \cdot \frac{sin.\ \beta}{sin.\ \alpha} \cdot tg.\ \psi_1 - \frac{D}{C\ sin.\ \alpha}\left[sin.\ \psi\ cotg.\ \beta + \frac{r}{R} sin.\ \varphi \cdot cotg.\ \alpha\right].$$

Nun ist aber offenbar:

$$D\ sin.\ \psi = C\ sin.\ \alpha + r\ sin.\ (\alpha + \beta - \pi) = C\ sin.\ \alpha - r\ sin.\ (\alpha + \beta)$$

und

$$D\ sin.\ \varphi = C\ sin.\ \beta + R\ sin.\ (\alpha + \beta - \pi) = C\ sin.\ \beta - R\ sin.\ (\alpha + \beta),$$

mithin

$$\frac{D}{C\ sin.\ \alpha}\left[sin.\ \psi\ cotg.\ \beta + \frac{r}{R}\ sin.\ \varphi\ cotg.\ \alpha\right] =$$

$$\frac{\left[C\ sin.\ \alpha - r\ sin.\ (\alpha + \beta)\right] cotg.\ \beta + \left[C\ sin.\ \beta - R\ sin.\ (\alpha + \beta)\right] \frac{r}{R}\ cotg.\ \alpha}{C\ sin.\ \alpha} =$$

$$cotg.\ \beta + \frac{sin.\ \beta}{sin.\ \alpha}\ cotg.\ \alpha \cdot \frac{r}{R} - \frac{r}{C\ sin.\ \alpha}\ sin.\ (\alpha + \beta)\ (cotg.\ \beta + cotg.\ \alpha)$$

und daher:

$$-\frac{dP}{P} \cdot \frac{1}{d\varphi} = tg.\ \varphi_1 - cotg.\ \beta_1 + \frac{r}{R}\ \frac{sin.\ \beta}{sin.\ \alpha}(tg.\ \psi_1 - cotg.\ \alpha) + \frac{r}{C}\ \frac{sin.^2(\alpha + \beta)}{sin.^2\alpha\ sin.\ \beta}$$

oder

$$\frac{1}{E} = tg.\ \varphi_1 - cotg.\ \beta_1 - \frac{r}{R}\ \frac{sin.\ \beta\ cos.\ (\alpha + \psi_1)}{sin.^2\alpha\ cos.\ \psi_1} + \frac{r}{C} \cdot \frac{sin.^2(\alpha + \beta)}{sin.^2\alpha \cdot sin.\ \beta}.$$

$\alpha + \psi_1$ ist aber offenbar der Winkel, welchen die Kette $\mathfrak{a}\mathfrak{b}$ mit dem Horizonte bildet. Ist dieser Winkel ein rechter, so ist $cos.(\alpha + \psi_1) = 0$, und es tritt der merkwürdige Umstand ein, dass alsdann $\frac{1}{E}$ unabhängig von der Grösse R wird, da in diesem Falle R nicht mehr in dem Ausdrucke $\frac{1}{E}$ vorkommt. Nur die Richtung von R hat alsdann noch Einfluss auf $\frac{1}{E}$.

Stellt man nun die Strassburger Wage so auf, dass die Kette $\mathfrak{a}_1\mathfrak{b}_1$ senkrechte Richtung hat, so erhält man:

$$\frac{1}{E_2} = tg.\ \varphi_1 - cotg.\ \beta_2 + \frac{r_1}{\mathfrak{a}_1\mathfrak{b}_1}\ \frac{sin.^2(\alpha_2 + \beta_2)}{sin.^2\alpha_2 . sin.\ \beta_2}.$$

Nennt man nun den Schnittpunkt einer Senkrechten, die durch $\mathfrak{a}_1$ geht mit $\mathfrak{p}\mathfrak{f}$, s, so ist die Empfindlichkeit in s ebenfalls E_2 und man erhält:

$$\frac{1}{E_2} - \frac{1}{E_1} = \left(1 - \frac{\rho_1}{\rho_2}\right)(cotg.\ \xi_2 - cotg.\ \xi_1)\frac{d(-\psi)}{d\varphi_1} = -\left[1 - \frac{\rho_1}{\rho_2}\right]\frac{\mathfrak{f}s}{\mathfrak{a}_1 s} \cdot \frac{r\ sin.\ \beta}{R\ sin.\ \alpha},$$

aus welcher Gleichung man den gesuchten Krümmungs-Halbmesser ρ_2 entwickeln kann, da E_2 und E_1 jetzt bekannt sind.

§. 12.

Construction von Brückenwagen, welche besonders für schwere und ausgedehnte Lasten angewendet werden.

Macht man aus dem oberen Wagebalken der Strassburger Wage ebenfalls ein Dreieck, und hebt den oberen Hebel, vermöge einer Kette durch einen besonderen Hebel, so erhält man eine besondere Construction von Wagen (Taf. X, Fig 16 und Taf. XI, Fig. 17), welche vorzüglich für grosse und schwere Lasten geeignet ist.

Es folgt sogleich, dass auch hier dieselbe Bedingungs-Gleichung wie dort stattfinden müsse, nämlich: die Perpendikel von $\mathfrak{p}$ auf $\mathfrak{a}_2\mathfrak{b}_2$ und $\mathfrak{a}\mathfrak{b}$ gefällt, müssen sich verhalten wie die Perpendikel von $\mathfrak{f}$ auf $\mathfrak{a}_1\mathfrak{b}_1$ und $\mathfrak{a}\mathfrak{b}$ gefällt, wenn $\mathfrak{a}_2\mathfrak{b}_2 \parallel \mathfrak{a}_1\mathfrak{b}_1$ ist.

Da die Schwingungs-Ebene des Hebels mit denen der Dreiecke bei dieser Construction oft nicht übereinstimmt, so ist zur Untersuchung über die Empfindlichkeit zunächst folgende Aufgabe zu lösen.

§. 13.

In dem windschiefen Vierseite (Fig. 18) $\mathfrak{b}\mathfrak{f}\mathfrak{p}\mathfrak{a}$ von unveränderlichen Seiten drehen sich die beiden Seiten $\mathfrak{b}\mathfrak{f}$ und $\mathfrak{a}\mathfrak{p}$ oder r und R um die Punkte $\mathfrak{f}$ und $\mathfrak{p}$ in zwei gegebenen Ebenen e und E. Ist nun $\mathfrak{f}\mathfrak{p}_1$ die Projection von $\mathfrak{f}\mathfrak{p}$ auf e, und $\mathfrak{p}\mathfrak{f}_1$ die Projection von $\mathfrak{f}\mathfrak{p}$ auf E, bezeichnet man ferner den $\angle\, \mathfrak{b}\mathfrak{f}\mathfrak{p}_1$ mit φ den $\angle\, \mathfrak{f}\mathfrak{p}\mathfrak{a}$ mit ψ, so sind die Differential-Verhältnisse $\frac{d\psi}{d\varphi}$ und $\frac{d^2\psi}{d\varphi^2}$ zu finden.

Wählt man die Bezeichnung wie in Fig. 15 und bedenkt, dass die Ebene $\mathfrak{p}\mathfrak{f}\mathfrak{p}_1$ mit e einen rechten Winkel bildet, ebenso $\mathfrak{f}\mathfrak{p}\mathfrak{f}_1$ mit E, so ist nach bekannten Formeln der sphärischen Trigonometrie $\cos.\ \mu = \cos.\ \varphi.\ \cos.\ \nu$ und $\cos.\ \mu_1 = \cos.\ \psi.\ \cos.\ \nu_1$. Man erhält daher da ν und ν_1 oder die Winkel, welche $\mathfrak{p}\mathfrak{f}$ mit seinen Projectionen in den Ebenen e und E bildet, constante Grössen sind, folgende Gleichungen:

$$1)\ \sin.\ \mu\ \ d\mu = \cos.\ \nu\ \ \sin.\ \varphi\ d\varphi,$$

$$2)\ \sin.\ \mu_1\ d\mu_1 = \cos.\ \nu_1\ \sin.\ \psi\ d\psi,$$

und durch gleiche Betrachtungen wie in §. 3.

$$3)\ \frac{d\psi}{d\varphi} = -\frac{r\ \sin.\ \beta}{R\ \sin.\ \alpha}.$$

Durch Differentiation der Gleichung

$$R^2 + C^2 - 2RC\ \cos.\ \alpha = D^2 + r^2 - 2Dr\ \cos.\ \mu,$$

welche beide Ausdrücke gleich $\mathfrak{p}\mathfrak{b}^2$ sind, 4) $RC\ \sin.\ \alpha\ d\alpha = Dr\ \sin.\ \mu\ d\mu$ und auf ähnliche Weise

$$5)\ rC\ \sin.\ \beta\ d\beta = RD\ \sin.\ \mu_1\ d\mu_1.$$

Aus Gleichung 1) und 4) folgt

$$6)\ \frac{d\mu}{d\varphi} = \frac{\cos.\ \nu.\ \sin.\ \varphi}{\sin.\ \mu}$$

und

$$7)\ \frac{d\alpha}{d\mu} = \frac{rD\ \sin.\ \mu}{RC\ \sin.\ \alpha},$$

und durch Multiplication von 6) und 7) folgt

$$8)\ \frac{d\alpha}{d\varphi} = \frac{rD}{RC} \cdot \frac{cos.\ \nu\ sin.\ \varphi}{sin.\ \alpha}.$$

Aus Gleichung 2) und 5) folgt

$$9)\ \frac{d\mu_1}{d\psi} = \frac{cos.\ \nu_1\ sin.\ \psi}{sin.\ \mu_1}$$

und

$$10)\ \frac{d\beta}{d\mu_1} = \frac{RD\,sin.\ \mu_1}{rC\ sin.\ \beta}.$$

Aus Multiplication von 9), 10) und 3) folgt

$$11)\ \frac{d\beta}{d\varphi} = -\frac{D}{C} \cdot \frac{cos.\ \nu_1\ sin.\ \psi}{sin.\ \alpha}.$$

Nun erhält man durch Differentiation der Gleichung 3)

$$\frac{d^2\psi}{d\varphi^2} = -\frac{r}{R}\left\{\frac{sin.\ \alpha\ cos.\ \beta\frac{d\beta}{d\varphi} - sin.\ \beta\ cos.\ \alpha\frac{d\alpha}{d\varphi}}{sin.\ ^2\alpha}\right\},$$

wenn man $d^2\varphi = 0$ setzt, und durch Substitution aus den Gleichungen 8) und 11) folgt:

$$12)\ \frac{d^2\varphi}{d\varphi^2} = \frac{rD}{RC}\left\{sin.\ \psi\ cos.\ \nu_1\ cos.\ \beta + \frac{r}{R} sin.\ \beta\ cotg.\ \alpha\ cos.\ \nu\ sin.\ \varphi\right\}\frac{1}{sin.\ ^2\alpha}$$

und durch Gleichung 3)

$$13)\ \frac{d^2\psi}{d\varphi\,.\,d\psi} = -\frac{D}{C\ sin.\ \alpha\ sin.\ \beta}\left\{sin.\ \psi\ cos.\ \nu_1\ cos.\ \beta + \frac{r}{R} sin.\ \beta\ cotg.\ \alpha\ cos.\ \nu\ sin.\ \varphi\right\}.$$

§. 14.

Setzen wir nun voraus, mit r und R (Fig. 19) seien zwei bewegliche Hebel-Ebenen, die der Richtung nach mit e und E zusammenfallen, verbunden, und die Linie $\mathfrak{pf}$ gehöre zur Ebene E und ρ zur Ebene e, ferner sei auf ρ der Punkt m mit dem Gewichte p, und auf $\mathfrak{pf}$ der Punkt $\mathfrak{f}$ mit dem Gewichte P belastet, und ρ und $\mathfrak{pf}$ bilden mit dem Horizonte die Winkel φ_1 und ψ_1, so erhalten wir die Gleichung:

$$\frac{dP}{Pd\varphi} - tg.\ \psi_1\frac{d\psi}{d\varphi} + tg.\ \varphi_1 + \frac{d^2\psi}{d\psi\,.\,d\varphi} = 0$$

wenn sich p und P das Gleichgewicht halten. (Vergl. §. 2). Durch Substitution der entwickelten Werthe folgt nun:

$$\frac{1}{E} = tg.\ \varphi_1 + tg.\ \psi_1 \cdot \frac{r\ sin.\ \beta}{R\ sin.\ \alpha} - \frac{D}{C\,sin.\ \alpha\ sin.\ \beta}\ (sin.\ \psi\ cos.\ \beta\ cos.\ \nu_1 + \frac{r}{R} sin.\ \beta\ sin.\ \varphi\ cotg.\ \alpha\ cos.\ \nu).$$

Sind demnach die Winkel β und α rechte und $\psi_1 = 0$ so ist $\frac{1}{E} = tg.\ \varphi_1$ wie beim blossen Wagebalken $\mathfrak{bf}m$, wenn der Arm $\mathfrak{bf}$ horizontal ist.

Stellt $\mathfrak{bf}m$ den Wagebalken und $\mathfrak{ab}$ die Kette vor, so kann man bei den Constructionen der Praxis annehmen, dass eben diese Linien $\mathfrak{ab}$, $\mathfrak{bf}$ und $\mathfrak{f}m$ in einer Vertical-Ebene liegen. Bilden nun die Linien

im Raume $\mathfrak{f}\mathfrak{b}$ und $\mathfrak{p}\mathfrak{a}$ (Fig. 20) einen rechten Winkel, so ist auch der $\angle\, \mathfrak{p}\mathfrak{a}\mathfrak{b}$ ein rechter, und da $\mathfrak{p}\mathfrak{a}\mathfrak{b} = \alpha$ ist, so verschwindet das Glied $\frac{r}{R}$ *sin.* β *sin.* φ *cotg.* α *cos.* ν. Da nun ferner die Ebenen E und e in diesem Falle auf einander senkrecht stehen, so ist

$$sin.\ \psi = \frac{\mathfrak{a}\mathfrak{f}_1}{\mathfrak{f}_1\mathfrak{p}} \text{ und } cos.\ \nu_1 = \frac{\mathfrak{p}\mathfrak{f}_1}{\mathfrak{p}\mathfrak{f}},$$

mithin

$$sin.\ \psi_1\ cos.\ \nu_1 = \frac{\mathfrak{a}\mathfrak{f}_1}{\mathfrak{p}\mathfrak{f}} = \frac{\mathfrak{a}\mathfrak{f}_1}{D},$$

und da ferner

$$sin.\ \beta = \frac{\mathfrak{a}\mathfrak{f}_1}{\mathfrak{a}\mathfrak{b}} = \frac{\mathfrak{a}\mathfrak{f}_1}{C}$$

ist, wenn r horizontal ist, so ist

$$-\frac{D}{C\ sin.\ \alpha\ sin.\ \beta} \cdot sin.\ \psi\ cos.\ \beta\ cos.\ \nu_1 = -\frac{D}{C} \cdot \frac{C}{\mathfrak{a}\mathfrak{f}_1} \cdot \frac{\mathfrak{a}\mathfrak{f}_1}{D} \cdot cos.\ \beta = -\ cos.\ \beta.$$

Liegt also die Kette $\mathfrak{a}\mathfrak{b}$ in der Schwingungs-Ebene e, bilden ferner R und r einen rechten Winkel mit der Verticalen, und sind beide Schwingungs-Ebenen von R und r vertical, und stehen auf einander senkrecht, so ist

$$\frac{1}{E} = tg.\ \varphi_1 + tg.\ \psi_1 \cdot \frac{r\ sin.\ \beta}{R\ sin.\ \alpha} - cos.\ \beta.$$

Sind beide Linien $\mathfrak{p}\mathfrak{f}$ und $\mathfrak{f}m$ horizontal, so ist

$$tg.\ \varphi_1 = 0 \text{ und } tg.\ \psi_1 = 0$$

und man erhält die höchst einfache Formel

$$\frac{1}{E} = -\ cos.\ \beta,$$

aus welcher hervorgeht, dass der Winkel β ein stumpfer sein müsse, damit das Gleichgewicht stabil sei.

§. 15.

Da bei den im §. 12 aufgeführten Wagen immer ein zusammengesetztes System von Hebeln und Ketten in Anwendung kommt, so bleibt noch zu zeigen, wie die Empfindlichkeit eines zusammengesetzten Systems, durch die Empfindlichkeit der einzelnen Systeme zu berechnen sei.

Zu dem Ende werden wir folgenden ganz allgemeinen und merkwürdigen Satz beweisen: In jedem zusammengesetzten Hebel-Ketten-Systeme ist die umgekehrte Empfindlichkeit gleich der Summe der umgekehrten Empfindlichkeiten aller einzelnen Systeme aus denen es besteht, vorausgesetzt, dass alle in Betracht gezogenen Empfindlichkeiten auf dieselbe Zunge oder denselben Zeiger bezogen werden.

Stellen die Punkte $\mathfrak{p}$, $\mathfrak{p}_1$, $\mathfrak{p}_2$, $\mathfrak{p}_3$ und $\mathfrak{p}_4$ (Taf. XIII, Fig. 21) die Drehungspunkte oder Durchschnittspunkte der Drehungs-Axen der Hebel $n\mathfrak{p}\mathfrak{f}$, $\mathfrak{a}\mathfrak{p}_1\mathfrak{f}_1$, $\mathfrak{a}_1\mathfrak{p}_2\mathfrak{f}_2$, $\mathfrak{a}_2\mathfrak{p}_3\mathfrak{f}_3$ und $\mathfrak{a}_3\mathfrak{p}_4\mathfrak{f}_4$ vor, ferner $\mathfrak{f}\mathfrak{a}$, $\mathfrak{f}_1\mathfrak{a}_1$, $\mathfrak{f}_2\mathfrak{a}_2$ und $\mathfrak{f}_3\mathfrak{a}_3$ die Kette, durch welche diese Hebel mit einander verbunden sind, und man nennt die Empfindlichkeit zwischen den Belastungspunkten n und $\mathfrak{f}_4$, e_3 so ist also:

$$\frac{1}{e_3} = \frac{1}{E} + \frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} + \frac{1}{E_3},$$

wo E, E_1, E_2 und E_3 die Empfindlichkeiten zwischen den Belastungspunkten n und $\mathfrak{a}$, n_1 und $\mathfrak{a}_1$, n_2 und $\mathfrak{a}_2$ und n_3 und $\mathfrak{f}_4$ angeben, und n_1 mit $\mathfrak{a}\mathfrak{p}_1$ in gerader Linie liegt, ebenso wie n_2 mit $\mathfrak{a}_1\mathfrak{p}_2$, n_3 mit $\mathfrak{a}_2\mathfrak{p}_3$.

Beweis. Halten sich irgend zwei Gewichte P und p an einem beweglichen Systeme das Gleichgewicht, und P beschreibt bei einer unendlich kleinen Bewegung des Systems einen Kreis mit dem Radius R, und die Ebene dieses Kreises hat gegen den Horizont die Neigung K, p, beschreibt aber gleichzeitig einen Kreis mit dem Radius r, und der Neigung k gegen den Horizont, so muss, da sich beide Gewichte das Gleichgewicht halten, die Summe ihrer virtuellen Momente gleich 0 sein. Man erhält also die Gleichung:

$$PR \sin. K \cos. \psi \, d\psi + pr \sin. k. \cos. \varphi \, d\varphi = 0.$$

Wo ψ und φ die Winkel bedeuten, die R und r mit den Durchschnittslinien ihrer Schwingungs-Ebenen mit dem Horizonte bilden. Differentiirt man diese Gleichung noch einmal nach P, ψ und φ ohne irgend ein erstes Differential constant zu setzen, so erhält man:

$$PR \sin. K (\cos. \psi \, d^2\psi - \sin. \psi \, d\psi^2) + pr \sin. k (\cos. \varphi \, d^2\varphi - \sin. \varphi \, d\varphi^2) + R \sin. K \cos. \psi \, d\psi \, dP = 0.$$

Dividirt man diese Gleichung durch

$$PR \sin. K \cos. \psi \, d\psi \, . \, d\varphi = - pr \sin. k \cos. \varphi \, d\varphi^2,$$

welche aus der ersteren hervorgeht, so erhält man:

$$-\frac{dP}{P d\varphi} = tang. \varphi - tang. \psi \cdot \frac{d\psi}{d\varphi} + \frac{d^2\psi}{d\varphi \, d\psi} - \frac{d^2\varphi}{d\varphi^2}$$

oder

$$-\frac{dP}{P d\varphi} = tang. \varphi - tang. \psi \cdot \frac{d\psi}{d\varphi} + \frac{d\left(\frac{d\psi}{d\varphi}\right)}{d\psi}.$$

Nehmen wir nun an, $\mathfrak{p}n$ bilde mit der Horizontalkante den Winkel φ, $\mathfrak{p}_m\mathfrak{a}_{m-1}$ mit derselben den Winkel ψ, und benennt die Empfindlichkeit zwischen den Belastungspunkten n und $\mathfrak{a}_{m-1}$ mit e_{m-1}, so erhält man:

$$\frac{1}{e_{m-1}} = tang. \varphi - tang. \psi \cdot \frac{d\psi}{d\varphi} + \frac{d^2\psi}{d\varphi \, d\psi} - \frac{d^2\varphi}{d\varphi^2}.$$

Nennt man den Winkel, welchen $\mathfrak{p}_m n_m$ mit der Horizontalkante bildet φ_1 und den Winkel den $\mathfrak{p}_{m+1}\mathfrak{a}_m$ mit derselben bildet ψ_1, und nennt die Empfindlichkeit zwischen den Belastungspunkten n_m und $\mathfrak{a}_m$, E_m und bezieht sie auf den beweglichen Hebel-Arm $\mathfrak{p}n$, so erhält man:

$$\frac{1}{E_m} = \left(tang. \varphi_1 - tang. \psi_1 \frac{d\psi_1}{d\varphi_1} + \frac{d^2\psi_1}{d\varphi_1 \, d\psi_1} - \frac{d^2\varphi_1}{d\varphi_1^{\,2}}\right) \frac{d\varphi_1}{d\varphi}.$$

Da nun aber $\mathfrak{a}_{m-1}\mathfrak{p}_m n_m$ eine gerade Linie ist, so beträgt $\varphi_1 + \psi$ den Werth 0, und man erhält

$$d\varphi_1 = - d\psi, \; d^2\varphi_1 = - d^2\psi \text{ und } tang. \varphi_1 = - tg. \psi.$$

Durch Substitution dieser Werthe erhält man:

$$\frac{1}{E_m} = tang. \psi \cdot \frac{d\psi}{d\varphi} - tang. \psi_1 \frac{d\psi_1}{d\varphi} + \frac{d^2\psi_1}{d\varphi \, d\psi_1} - \frac{d^2\psi}{d\varphi \, d\psi}.$$

Mithin:

$$\frac{1}{e_{m-1}} + \frac{1}{E_m} = tang. \varphi - tang. \psi_1 \frac{d\psi_1}{d\varphi} + \frac{d^2\psi_1}{d\varphi \, d\psi_1} - \frac{d^2\varphi}{d\varphi^2}.$$

Die rechte Seite dieser Gleichung ist aber offenbar $= \frac{1}{e_m}$ oder drückt die umgekehrte Empfindlichkeit zwischen den Punkten n und $\mathfrak{a}_m$ aus. Man erhält mithin die Gleichung:

$$\frac{1}{e_{m-1}} + \frac{1}{E_m} = \frac{1}{e_m}$$

welche offenbar auch stattfinden muss, wenn der Belastungspunkt $\mathfrak{a}_m$ durch einen anderen vertreten wird, der unveränderlich mit der Ebene verbunden ist, die durch die Axe $\mathfrak{p}_{m+1}$ und die Linie $\mathfrak{p}_{m+1}\mathfrak{a}_m$ geht. Setzt man nun für m den Werth 1 so erhält man

$$\frac{1}{e} + \frac{1}{E_1} = \frac{1}{e_1} \text{ und da } e = E \text{ ist } \frac{1}{E} + \frac{1}{E_1} = \frac{1}{e_1}.$$

Setzt man statt m den Werth 2, so erhält man:

$$\frac{1}{e_2} = \frac{1}{E_2} + \frac{1}{e_1},$$

mithin

$$\frac{1}{e_2} = \frac{1}{E_2} + \frac{1}{E_1} + \frac{1}{E},$$

und setzt man statt m den Werth 3, so bekommt man

$$\frac{1}{e_3} = \frac{1}{E_3} + \frac{1}{e_2},$$

und daher

$$\frac{1}{e_3} = \frac{1}{E_3} + \frac{1}{E_2} + \frac{1}{E_1} + \frac{1}{E}.$$

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Aus d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 11.

Fig. 10.

Fig. 12.

Fig. 13.

Aus d. k.k. Hof u. Staatsdruckerei.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 16.

Aus d. k. k. Hof u. Staatsdruckerei.

Fig. 17.

Fig. 18.

Fig. 19.

Fig. 20.

Aus d. k. k. Hof u. Staatsdruckerei.

Fig. 21.

Aus d. k. k. Hof u. Staatsdruckerei.

Denkschriften d. k. Akad. d. Wissensch. mathem. naturw. Cl. V. Bd. 1853.